SCHROETER
DAS PFLANZENLEBEN DER ALPEN

UNIVERSITY
OF
TORONTO
LIBRARY

M. 20 —

Das

Pflanzenleben der Alpen.

Eine Schilderung der Hochgebirgsflora

von

C. Schroeter.

Unter blühenden Alpenrosen!

Rhododendron ferrugineum am Aufstieg zur Furca di Bosco, eine Gneissblockwildnis mit purpurner Pracht bedeckend.

(Aufn. v. C. S.)

Im Stereoskop zu betrachten!

Bot.

Das

Pflanzenleben der Alpen.

Eine Schilderung der Hochgebirgsflora

von

Dr. C. Schroeter,
Professor der Botanik am eidgen. Polytechnikum in Zürich

unter Mitwirkung von
Dr. A. Günthart in Zürich, Frau Dr. Brockmann-Jerosch in Zürich
und Professor Dr. P. Vogler in St. Gallen.

Mit 274 Abbildungen, 5 Tafeln und 4 Tabellen.
Zeichnungen von Ludwig Schroeter.

985.00
23/9/09.

Zürich,
Verlag von Albert Raustein
vorm. Meyer & Zellers Verlag
1908.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung, zugleich Vorwort 1

Literatur 6

Erster Abschnitt: **Die Stellung der alpinen Flora in der Gesamtvegetation der Alpen** 7

1. Kapitel. Die Regionen der Alpen 7

§ 1. Die Grenzen der Pflanzenverbreitung überhaupt 7
§ 2. Die Abgrenzung der Pflanzenregionen im Gebirge 8
§ 3. Verschiedene Höhenlagen der Regionengrenzen in verschiedenen Teilen der Alpen 10
§ 4. Die Regionen der Alpen nach ihren wirtschaftl. Verhältnissen 10
§ 5. Die Höhenstufen der Alpwirtschaft 13
§§ 1. Natur und Bedeutung der Alpwirtschaft 13
§§ 2. Die relative Höhe der alpwirtschaftlichen Stufen 15

2. Kapitel. Die Baumgrenze 19

§ 1. Das Bild der Baumgrenze im weiteren Sinne 20
§ 2. Die Kampfregion 22
§ 3. Die Ursachen der Baumgrenze 25
Waldgrenze in der Schweiz 28
Schneegrenze „ „ „ 29
§ 4. Ehemalige höhere Baumgrenze 34
§ 5. Wald- und Baumgrenze 37

Zweiter Abschnitt: **Die natürlichen Bedingungen der alpinen Region** 38

1. Kapitel. Das Alpenklima 39

§ 1. Die Abnahme des Luftdruckes 39
§ 2. Die Abnahme der Temperatur mit der Höhe 40
§ 3. Die Zunahme des Betrages der Sonnenstrahlung 41
§ 4. Sonnscheindauer, Bewölkung, Nebelverhältnisse 43
§ 5. Die Bodenwärme 46
§ 6. Einfluß der Exposition 47
§ 7. Nächtliche Ausstrahlung 48
§ 8. Die Vegetationsdauer 49

Seite
§ 9. Die Dauer der Aperzeit 51
§ 10. Die Lufttemperatur zur Zeit der Schneeschmelze 51
§ 11. Der aufsteigende Frühling und der absteigende Winter . . 52
§ 12. Schnee und Frost während der Vegetationszeit 53
§ 13. Die Luftbewegung 55
§ 14. Niederschlagsverhältnisse 56
§ 15. Die Wirkung der Schneedecke 57
§ 16.[1]) Zusammenfassung 59

2. Kapitel. Der Boden, die Standorte und die Pflanzengesellschaften 61

§ 1. Der Standort 61
§ 2. Flora und Vegetation 62
§ 3. Bedingungen für die Flora 62
§ 4. Die Bedingungen der Vegetation 65
§ 5. Übersicht der alpinen Standorte, nach dem Boden charakterisiert 66
§ 6. Übersicht der alpinen Standorte nach Pflanzengesellschaften . 67
§ 7.[1]) Das Verhalten der einzelnen Arten zu einigen Bodenfaktoren 70
(Dünger 70. Feuchtigkeit 71. Humus 72. Geologische Unterlage 72.)

Dritter Abschnitt: **Die Hauptrepräsentanten der Hochgebirgsflora der Alpenkette** 74

1. Kapitel. Die Holzpflanzen der alpinen Region . . . 74

§ 1. Die Koniferen 74
§§ 1. Die Bergföhre (*Pinus montana*) 74
(Charaktere 75. Wuchsformen 75. Zapfen-Varietäten 76. Verbreitung 78. Legföhrenbestände 84. Feinde 90. Nutzen 91.)
§§ 2. Der Zwergwachholder (*Juniperus nana*) 92
§ 2. Die Alpenerle (*Alnus viridis DC. = alnobetula* [Ehrh.] Hart.) . 95
§ 3. Die Heidekrautartigen und die Rauschbeere 99
§§ 1. Die Alpenrosen (*Rhododendron*) 102
Gemeinschaftliche Merkmale 102. Schmarotzer 106. Unterschiede der beiden Arten 110. Bastard 110. Abarten 112. Volksnamen 114. Vorkommen 115. Tiefe Standorte 116. Unterschiede im Vorkommen 120. Wirtschaftliche Bedeutung 122. Allgemeine Verbreitung 122. Herkunft und Geschichte 123.
§§ 2. Das Zwergrösel (*Rhodothamnus Chamaecistus*) 125
§§ 3. Die Alpenazalee (*Loiseleuria procumbens*) 129
§§ 4. Die Schneeheide (*Erica carnea*) 136
§§ 5. Das Heidekraut (*Calluna vulgaris*) 145
§§ 6. Die immergrüne Bärentraube (*Arctostaphylos uva ursi*) . . 152
§§ 7. Die Alpenbärentraube (*Arctostaphylos alpina*) 157
§§ 8. Die Vaccinien 163
§§§ 1. Die Preißelbeere (*Vaccinium vitis idaea*) 163
§§§ 2. Die Moorbeere (*Vaccinium uliginosum*) 172
§§§ 3. Die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) 176

[1]) Siehe Druckfehlerverzeichnis am Schluß.

Seite

§§ 9. Die Rauschbeere (*Empetrum nigrum*) 178
§ 4. Die Silberwurz (*Dryas octopetala*) 182
§ 5. Das Steinrösel und seine Verwandten 194
Daphne striata 194. *Daphne petraea* 198.
§ 6. Der niedere Wegdorn (*Rhamnus pumila*) 200
§ 7. Die herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*) 203
§ 8. Die Weiden (*Salices*) der alpinen Region 206
§§ 1. Die Gletscherweiden (*Glaciales*). 206
§§§ 1. Die netzblättrige Weide (*Salix reticulata*) 207
§§§ 2. Die stumpfblättrige Weide und die quendelblättrige Weide (*Salix retusa* und *serpyllifolia*) 211
§§§ 3. Die krautige Weide (*Salix herbacea*) 222
§§ 2. Die kälteliebenden Weiden (*Frigidae*) 226
Salix myrsinites 227, *caesia* 228, *arbuscula* 228, *Waldsteiniana* 229, *glauca* 230, *helvetica* 232.
§§ 3. Die Glattweiden (*Glabratae*) 232
Salix hastata 232. Andere Arten 234.

Anhang zu den Holzpflanzen.

Die höchststeigenden Sträucher des Coniferengürtels 235
Linnaea borealis 236. *Atragene* (*Clematis*) *alpina* 237. *Lonicera coerulea* 241. *Lonicera alpigena* 241. *Lonicera nigra* 242. *Rosa pendulina* 242. *Polygala chamaebuxus* 244. *Sorbus chamaemespilus* 244. *Ribes alpinum* 246. *Ribes petraeum* 246. *Cotoneaster vulgaris* (= *integerrima*) 246. *Cotoneaster tomentosa* 247. *Rubus idaeus* 247. *Prunus padus* 247.

2. Kapitel. Die alpine Wiesenflora 248

§ 1. Die Gräser der alpinen Wiesenbestände 249
§§ 1. Die Gräser der Trocken- und Frischwiesen 249
§§§ 1. Die Lieschgräser (*Phleum*) 250
Phleum alpinum L. 250. *Phleum Michelii* 252.
§§§ 2. Die Windhalmarten (*Agrostis*) 254
Agrostis alpina 254. *A. rupestris* 256. *A. vulgaris* 258. *A. alba* 258.
§§§ 3. Die Hafergräser 261
Avena versicolor 261. Tabelle der übrigen Arten 263.
§§§ 4. Die Seslerien (*Sesleria*) 264
Sesleria coerulea 264. *S. ovata* 269. *S. sphaerocephala* 269. *S. disticha* 271.
§§§ 5. Die Rispengräser (*Poa*) 272
Poa alpina 272. *P. Chaixi* 278. *P. violacea* 278. *Poa annua* 279. *P. pratensis* 280.
§§§ 6. Die Schwingel-Arten (*Festuca*) 281
Festuca violacea 283, *varia* 284, *pumila* 289, *Halleri* 289, *rupicaprina* 289, *puchella* 292, *rubra fallax* 294, *ovina* 294, *vallesiaca* 296, *pratensis* 297.
§§§ 7. Die Schillergräser (*Koeleria*) 298
Koeleria hirsuta 298.
§§§ 8. Das Borstgras (*Nardus stricta*) 299
§§§ 9. Anhang. Aus der Ebene aufsteigende Gräser aus anderen Gattungen 307

Seite

Anthoxanthum odoratum 307. *Deschampsia flexuosa* 309. *Trisetum flavescens* 309. *Briza media* 312. *Dactylis glomerata* 312. *Brachypodium pinnatum* 312.

§§ 2. Die Gräser des nassen Bodens der alpinen Region (Sumpfwiesen und Quellfluren) 312
Deschampsia caespitosa 312. *Molinia coerulea* 312. *Catabrosa aquatica* 312.

§ 2. Die Sauergräser oder Scheingräser (*Cyperaceen*) der Alpen . . 314

§§ 1. Die Sauergräser des trockenen bis frischen Bodens . . . 315
Carex sempervirens 315. *C. ferruginea* 319. *C. firma* 320. *C. curvula* 325. *Elyna Bellardii* 330. *Carex atrata* 330, *aterrima* 330, *nigra* 331. *C. ericetorum* var. *approximata* 331. *C. leporina* 331. *C. pallescens* 331. *C. ornithopus* 331.

§§ 2. Die alpinen Sauergräser des nassen Bodens und des Wassers (Sumpfwiesen, Moore, Quellfluren und Verlandungsbestände der Seen) 331

§§§ 1. Seggenarten (*Carex*) 331
Carex Goodenoughii 331. *C. microglochin* 333. *C. capillaris* 335. *C. bicolor* 335. *C. incurva* 336. *C. foetida, stellulata* var. *grypos, lagopina, brunnescens, alpina, magellanica, frigida, atrifusca, glauca* var. *claviformis, vaginata* 337.
Aus der Ebene aufsteigend: *Carex dioeca, Davalliana, paniculata, panicea* 337, *rostrata* 338.

§§§ 2. Übrige Sauergräser (*Trichophorum, Eriophorum, Cobresia*) 339
Trichophorum caespitosum 339, *alpinum* 341, *atrichum* 342, *Eriophorum polystachyon* 343, *latifolium* 343, *vaginatum* 345, *Scheuchzeri* 346, *Cobresia bipartita* 347.

§ 3. Die simsenartigen Gewächse (*Juncaceen*) 347

§§ 1. Die Simsen (*Juncus*) 348
Juncus trifidus 348, *Jacquini* 350, *arcticus* 350, *castaneus* 350, *triglumis* 352, *filiformis* 352, *alpinus* 352.

§§ 2. Die Hainsimsen (*Luzula*) 352
Luzula lutea 353, *spadicea* 353, *spicata* 353, *campestris* subsp. *sudetica* 354, *silvatica* 354.

§ 4. Die Liliengewächse (*Liliaceen*) und ihre nächsten Verwandten (*Iridaceen* und *Amaryllidaceen*) 354
Tofieldia palustris 355. *Lloydia serotina* 356. *Tofieldia calyculata* 357. *Colchicum alpinum* 357. *Veratrum album* 357. *Paradisia liliastrum* 358. *Allium victorale* 359. *A. schoenoprasum* var. *foliosum* u. a. A. 360.

§ 5. Die Knabenkräuter (*Orchideen*) 361
Chamaeorchis alpina 361. *Nigritella nigra* und ihre Bastarde 362. *Orchis globosus* 367. *Coeloglossum viride* 367.

§ 6. Die Schmetterlingsblütler (*Papilionaceen*) 368

§§ 1. Die Kleearten (*Trifolium*) 369
Trifolium alpinum 369, *Thalii* 369, *badium* 370.

§§ 2. Die Traganthartigen (*Astragaleen*) 371
Oxytropis campestris 371, *montana* u. a. 372.
Phaca frigida 372. *Phaca alpina* 372. *Astragalus alpinus* u. a. A. 372.

Seite
§§ 3. Der dunkle Süßklee (*Hedysarum obscurum*) 372
Ebenenpflanzen: *Anthyllis vulneraria* 373. *Lotus corniculatus* 374. *Hippocrepis comosa* 374. *Onobrychis montana* 374.
§ 7. Körbchenblütler (*Compositen*) 374
§§ 1. Die Zungenblütler (*Cichorieen*) 375
§§§ 1. Die Milchkräuter (*Leontodon*) 375
Leontodon hispidus 375, *autumnalis* 377, *pyrenaicus* 377.
§§§ 2. Die Pippau-Arten (*Crepis*) 377
Crepis aurea 377, *conyzifolia* 377, *montana* 378, *alpestris* 379.
§§§ 3. Die Habichtskräuter (*Hieracium*) 379
Hieracium alpinum 380, *Hoppeanum* 380, *aurantiacum* 381, *villosum* 381, *albidum* 381, *auricula* u. *pilosella* 381.
§§§ 4. Übrige Zungenblütler 381
Hypochoeris uniflora 381. *Willemetia stipitata* 381.
§§ 2. Die Röhren- und Strahlblütler 381
§§§ 1. Die Ruhrkrautartigen (*Gnaphalieen*) 382
Leontopodium alpinum 382. *Antennaria dioeca* 385. *Ant. carpathica* 385. *Gnaphalium norvegicum* 385.
§§§ 2.[1]) Die Asterähnlichen (*Asterinae*) 386
Aster alpinus 386. *Erigeron*-Arten 386. *Solidago virgaaurea* 388. *Bellidiastrum* 388. *Chrysanthemum alpinum* 388. *Chr. leucanthemum* 390.
§§§ 3.[1]) Kreuzkrautähnliche (*Senecionideen*) 390
Senecio incanus 390, *carniolicus* 390, *uniflorus* 391, *doronicum* 391. *Arnica* 392. *Homogyne* 392.
§§§ 4.[1]) Gruppe der Artischockenähnlichen (*Cynareen*) 392
Carlina acaulis 392. *Saussurea* 394. *Cirsium* 394. *Centaurea* 394.
§ 8. Die Kardengewächse (*Dipsaceen*) 394
Scabiosa lucida 395.
§ 9. Die Glockenblumenartigen (*Campanulaceen*) 396
Campanula Scheuchzeri 396, *thyrsoïdea* 398, *barbata*, *alpina*, *Allionii*, *pulla*, *Zoysii* 399. *Phyteuma* 399.
§ 10. Die Enziangewächse (*Gentianaceen*) 402
§§ 1. Die Enziane (Gattung *Gentiana*) 402
§§§ 1. Echte Gentianen (*Eugentiana*) 403
§§§§ 1. Sternblütige (*Asterias*) *G. lutea* 403
§§§§ 2. Hochstenglige glockenblütige (*Coelanthe*) 405
Gentiana punctata, *purpurea* 407, *pannonica* 409. *Pneumonanthe*, *Frigidae*, *Chondrophyllae* 410.
§§§§ 3. Stengellose glockenblütige Enziane (*Thylacites*) . . 410
Gentiana vulgaris 412, *latifolia* 413, *alpina*, *angustifolia* 414.
§§§§ 4. Engröhrige kreisnarbige Enziane (*Cyclostigma*) . . 414
Gentiana verna 415, *brachyphylla* 415, *Favrati* 417, *bavarica* 417, *nivalis* 418, *utriculosa* 419.
§§§ 2. Untergattung *Gentianella* 419
§§§§ 1. Sektion *Endotricha* 419
Gentiana campestris 421, *Murbeckii* 421, *Wettsteinii* 423, *aspera*, *calycina* 423, *axillaris* 424.

[1]) Siehe Druckfehlerverzeichnis am Schluß.

Seite

§§§§ 2. Sektion *Comastoma* 424
Gentiana tenella 424, *nana* 425.

§§ 2. Die Saumnarbe (*Pleurogyne*) 425

§ 11. Die Hahnenfußartigen (*Ranunculaceen*) 428

§§ 1. Die Anemonen (*Anemone*) 428
Anemone alpina 428, *sulfurea* 429, *Halleri* 430, *narcissiflora* 431, *baldensis* 432.

§§ 2. Übrige alpine Wiesen-Ranunculaceen 432
Thalictrum alpinum 432. *Ranunculus montanus* 433, *pyrenaeus* 434. *Callianthemum* 434.

§ 12. Die Rosenblütler (*Rosaceen*) 435

§§ 1. Die Fingerkräuter (*Potentilla*) 435
Potentilla aurea, *villosa*, *grandiflora* 436, *frigida*, *dubia*, *multifida* 437.

§§ 2. Die Taumantel-Arten (*Alchimilla*) 438
Alchimilla eualpina, *Hoppeana* 442, *glaberrima* 444, *pubescens* 444, *vulgaris* 445.

§§ 3. Die Sieversie (*Sieversia montana*) 445

§ 13. Die Wegerichgewächse (*Plantaginaceen*), Gatt. *Plantago* . . 445
Plantago alpina 445, *serpentina* 448, *montana* 448.

§ 14. Die Schirmblütler oder Doldenpflanzen (*Umbelliferen*) . . . 448
Ligusticum mutellina 449, *simplex* 452. *Astrantia major*, *minor*, *Laserpitium panax*, *latifolium*, *Chaerophylum Villarsii*, *Carum carvi*, *Pimpinella magna* 453, *Heracleum* 454.

§ 15. Die Skrofelkräuter (*Scrophulariaceen*) 454

§§ 1. Die Rhinantheen 454

§§§ 1. Die Läusekräuter (*Pedicularis*) 454
Ihr Schmarotzertum 454. Blüteneinrichtung 455.
Pedicularis verticillata 456, *tuberosa*, *incarnata* etc. 457.

§§§ 2. Die Augentrost-Arten (*Euphrasia*) 458
Allgemeines 458. *Euphrasia minima* 459, *hirtella*, *brevipila*, *tartarica*, *Rostkoviana*, *alpina* 461, *salisburgensis* 462.

§§§ 3. Die Klappertopf-Arten (*Alectorolophus*) 463
Alectorolophus subalpinus, *angustifolius*, *lanceolatus*, *minor* 465.

§§§ 4. Die Bartschia 465
Bartschia alpina 465. *Tozzia alpina* 467.

§§ 2. Die Gattung *Veronica* 468
Veronica alpina, *aphylla* 468, *bellidioides* 469, *Wulfenia carinthiaca* 469.

§ 16. Familie der Primeln (*Primulaceen*) 469

§§ 1. Die Gattung *Primula* 469
Primula farinosa 470, *longiflora* 472, *minima*, *glutinosa*, *oenensis*, *villosa*, *Clusiana* etc. 473.

§§ 2. Die Mannsschilde (*Androsace*) und andere Primulaceen . . 473
Androsace chamaejasme, *obtusifolia*, *carnea* 474. *Gregoria Vitaliana* 475. *Armeria alpina* 475.

§ 17. Übrige dikotyle Wiesenpflanzen der Alpen 475
Polygonum viviparum 475, *bistorta* 477, *alpinum* 478. *Biscutella laevigata*, *Helianthemum chamaecistus* 478. *Linum alpinum*, *Viola calcarata* 479, *pinnata*, *lutea* etc. 480.

Seite

Anhang zur Wiesenflora.

I. Die Frühlingsboten des Alpenrasens, eine ökologische Untergruppe der Wiesenflora 481
Soldanella montana 483, *alpina, pusilla, minima* 485. *Crocus vernus* 486. *Primula integrifolia* 488. *Anemone vernalis* 489. *Ranunculus alpestris* 489. *Gagea Liottardi, minima* 490.

II. Die Schneetälchenflora 490
Allgemeines (nach Brockmann) 490. *Anthelia Juratzkana* 496. *Polytrichum*-Arten 496. *Arenaria biflora* 497. *Gnaphalium supinum* 497. *Alchimilla pentaphyllea* 499. *Cardamine alpina* 500. *Cerastium trigynum* 500. *Sibbaldia procumbens* 500. *Taraxacum alpinum* 501.

III. Die Quellfluren 501
Arabis bellidifolia 501. *Saxifraga stellaris* 502. *Saxifraga aïzoïdes* 502. *Sedum villosum, Epilobium*-Arten, *Stellaria uliginosa, Montia rivularis* 503.

3. Kapitel. Die Hochstaudenflur 503

Adenostyles, Achillea macrophylla, Senecio alpinus, Carduus personata, Mulgedium 505. *Crepis blattarioides, Centaurea rhapontica, Eryngium alpinum, Chaerophyllum, Heracleum, Peucedanum ostruthium, Aconitum napellus* 506. *A. lycoctonum* u. a., *Delphinium elatum, Aquilegia alpina* 507. *Thalictrum aquilegifolium, Rumex alpinus, Stellaria nemorum* etc. 508.

4. Kapitel. Die Gesteinsfluren 509

§ 1. Allgemeines 509
§§ 1. Definition 509
§§ 2. Allgemeine Bedingungen 510
§§ 3. Allgemeine Charakteristik der Schuttformen 511
§§ 4. Charakterisierung der Standorte 512
§§ 5. Ökologische Gruppierung der Gesteinsflora nach dem Bewurzelungsmodus 513
§§ 6. Die „regionenvage“ Natur der Felsflora 514
§ 2. Die Erd-, Sand- und Schuttflora 514
§§ 1. Die Erdalgen 514
§§ 2. Die Erdflechten 515
§§ 3. Die Erdmoose 516
§§ 4. Die Gefäßpflanzen des Schuttes (Farne und Blütenpflanzen) 517
§§§ 1. Schuttwanderer 518
§§§§ 1. Grasartige Schuttwanderer 518
Trisetum distichophyllum 518. *Poa cenisia, Calamagrostis tenella, varia, Brachypodium pinnatum, Agrostis alba, Carex rupestris* 520. *Equisetum variegatum* 521.
§§§§ 2. Dicotyle Schuttwanderer 521
Thlaspi rotundifolium 521. *Viola calcarata, cenisia* 522. *Campanula cenisia, cochleariifolia* 523. *Valeriana supina* 524, *montana* 525. *Achillea atrata, moschata* 526, *herba-rota* 528, *Clavennae, nana, oxyloba* 529. *Senecio abrotanifolius, Hieracium staticifolium, Rumex scutatus, Sieversia reptans* 530.

Seite

§§§ 2. Schuttüberkriecher 531
Arabis alpina, Linaria alpina 531. *Silene vulgaris* 532. *Cerastium latifolium* 533, *uniflorum, filiforme, alpinum, arvense, Helianthemum alpestre, Galium helveticum* 534.

§§§ 3. Schuttstrecker 535

§§§§ 1. Farnkräuter des Schuttes 535
Aspidium rigidum, Allosurus crispus, Cystopteris fragilis 535.

§§§§ 2. Dicotyle Stauden mit lockerstehenden aufrechten, beblätterten Trieben 536
Aronicum scorpioïdes, doronicum, glaciale 536. *Oxyria digyna* 536. *Rumex nivalis* 538. *Saxifraga adscendens, Sedum roseum* 538, *atratum, annuum* 539, *alpestre* 540.

§§§ 4. Schuttdecker 540
Saxifraga oppositifolia 540, *blepharophylla, retusa, biflora* 543. *Gypsophila repens* 544

§§§ 5. Die Schuttstauer 545
Poa laxa, minor, Trisetum spicatum 545. *Poa alpina, Festuca pumila, Crepis terglouiensis, Leontodon taraxaci, Crepis pygmaea, Crepis jubata* 547. *Ranunculus parnassifolius, glacialis* 549. *Hutchinsia alpina* 552. *Papaver alpinum* 553, *aurantiacum, Sendtneri* 554. *Androsace glacialis, pubescens* 556. *Saxifraga muscoides, exarata, aphylla, muscoides, sedoides, pedemontana* 557, *androsacea, aspera* 558.

§ 3. Die Felsflora 558

§§ 1. Felszerstörende Spaltpilze 558

§§ 2. Steinalgen 559

§§ 3. Steinflechten 560

§§ 4. Steinmoose 565

§§ 5. Die Gefäßpflanzen der Felsflora 567

§§§ 1. Die Lebensbedingungen der Felsflora 567

§§§ 2. Die Polsterpflanzen 569

§§§§ 1. Kugelpolster 576
Androsace helvetica 576, *imbricata* 577, *Alsine sedoides* 578, *octandra* 579. *Eritrichum nanum, Petrocallis pyrenaica* 580. *Saxifraga caesia* 581.

§§§§ 2. Flachpolster 582
Silene acaulis 582, *excapa* 583.

§§§ 3. Rosettenpflanzen 584
Saxifraga aizoon 584. *S. cotyledon* 585—86. *Draba aizoides, Hoppeana, tomentosa* 587. *Kernera saxatilis* 588. *Arabis pumila, coerulea* 589. *Primula auricula* 590—92, *latifolia, viscosa* 592. *Pinguicula alpina* 593. *Sempervivum arachnoideum, montanum, alpinum, tectorum* 594 bis 598. *Potentilla caulescens* 598, *nitida, Clusiana, nivalis, grammopetala* 599. *Hieracium amplexicaule, humile, glaucum, bupleuroïdes* 600.

§§§ 4. Rasenbildner des Felsens 601

§§§§ 1. Monocotyle Rasenbildner 601
Festuca alpina, Poa memoralis, Carex mucronata, C. brachystachys 601—02.

Seite

§§§§ 2. Rasenbildende Dicotyledonen 604
Phyteuma humile, *Ph. corniculatum* 604. *Dianthus inodorus*. *Bupleurum stellatum* 605, *ranunculoides*, *Athamantha* 607. *Artemisia mutellina*, *glacialis*, *nitida*, *caucasica*, *spicata*, *petrosa*, *atrata*, *nana* 608—09.

Anhang zu den Gesteinsfluren.

Die Nivalflora 609
Die 8 höchststeigenden Blütenpflanzen der Alpen 611. Über 3250 m steigende Pflanzen 612.

5. Kapitel. Die Wasser-, Schnee- und Eisflora 614
Die natürlichen Bedingungen hochalpiner Seen.

§ 1. Die Formation der Rohrsümpfe 616
Phragmites, *Carex rostrata*. *Eriophorum Scheuchzeri*. *Menyanthes*. *Ranunculus reptans*.

§ 2. Die Gruppe der Limnäen 617
Characeen. *Potamogeton*. *Sparganium*. *Ranunculus trichophyllus*. *Myriophyllum*.

§ 3. Gruppe der Nereiden 619
Algen. Wasserflechten. Wassermoose.

§ 4. Gruppe der Schwimmpflanzen 620
Algen. Moose.

§ 5. Die Formation des Phytoplanktons 620

§ 6. Die Flora von Schnee und Eis 623
Die Alge des roten Schnees.

Vierter Abschnitt: **Bau und Leben der Alpenflanzen in ihren Beziehungen zu Klima und Standort (Ökologie der Alpenflora)** 625

Erster Unterabschnitt. **Ökologie der Vegetationsorgane** . . . 625

Kulturversuche im Hochgebirge (Bonnier, Kerner, Stebler, Weinzierl usw.) 627

1. Kapitel. Die Wirkungen der Kürze der Vegetationszeit 631

§ 1. Vorherrschen der ausdauernden Pflanzen 631
§ 2. Frühes Blühen 634
§ 3. Immergrüne Blätter 635
§ 4. Enge Jahrringe der Holzgewächse 636

2. Kapitel. Die Wirkungen der starken Besonnung . . 636

Erstes Unterkapitel: Lichtwirkung 636
Die chemische Lichtintensität 637—38.

§ 1. Steigerung der Assimilationstätigkeit 639
§ 2. Änderung des anatomischen Baues im Sinne einer Beförderung der Assimilation 639

Seite

§ 3. Reichliche Produktiom von Bau- und Reservestoffen 643
§ 4. Gedrungener Wuchs. — Die verschiedenen Ursachen des Nanismus; die Frage seiner Erblichkeit 643
§ 5. Schutzeinrichtungen gegen die Zerstörung des Chlorophylls . 646
§ 6. Starke Herbstfärbung 647

Zweites Unterkapitel: Wärmewirkung 647

§ 1. Anschmiegen an den Boden 647
§ 2. Starke unterirdische Entwicklung 647
§ 3. Verkürzung der Vegetationszeit, besonders bei Kulturpflanzen 648

3. Kapitel. Wirkungen der Kälte und Frostgefahr . . . 650

§ 1. Konstitutionelle Frosthärte 650
§ 2. Niederer Wuchs, ausgiebigen Schneeschutz bedingend . . . 651
§ 3. Anschmiegen an den Boden als Reizwirkung der Kälte . . . 652
§ 4. Direkte Schutzmittel: Wasserarmut, Einhüllung durch alte Blätter 654
§ 5. Reduktion des Entwicklungsganges bei alpinen Rostpilzen . . 655

4. Kapitel. Wirkungen der Vertrocknungsgefahr . . . 656

Xerophytische Bedingungen. Das Gesetz des Minimums.

§ 1. Angeborene Trockenhärte 659
§ 2. Herabsetzung der Verdunstung 659
§ 3. Erleichterte Aufnahme und Speicherung des Wassers . . . 662

5. Kapitel. Wirkungen der Schneedecke 663

6. Kapitel. Wirkungen der starken Winde 664

7. Kapitel. Einfluß der fressenden Tiere 664

8. Kapitel. Zusammenfassung 670

§ 1. Äußerer und innerer Bau 670
§ 2. Lebenserscheinungen 673

Zweiter Unterabschnitt: **Die Blütenbiologie der Alpenflora** (von Dr. GÜNTHART) 675

1. Kapitel. Über die Beteiligung der verschiedenen Blumenkategorien am Aufbau der Flora der Alpen . 676

§ 1. Historisches und Grundbegriffe 676
§ 2. Die Mittel zur Vermeidung der Selbstbestäubung 680
§ 3. Die Blumenkategorien 686
§ 4. Alpine Blumen-Geographie 694
§ 5. Vergleich mit der Arktis 697

Seite

2. Kapitel. Die gegenseitige Anpassung der Blumen und Insekten in den Alpen 700

§ 1. Die Insektenkategorien und die gegenseitige Anpassung . . . 700
§ 2. LOEWS Gesetz 703
§ 3. Der Falterreichtum der Alpen und seine Folgen 706

3. Kapitel. Sind die Insektenbesuche in den Alpen zahlreicher als im Tieflande? 707

4. Kapitel. Das Verhältnis von Autogamie und Kreuzung in den Alpen 711

§ 1. Der KNIGHT-DARWINsche Satz 711
§ 2. Die Zunahme der Selbstbestäubung mit der Höhe 712
§ 3. Die Ursache der Zunahme der Selbstbestäubung 713
§ 4. Das Verhältnis zwischen Selbstbestäubung und Kreuzung . . 714

5. Kapitel. Die Anlockungsmittel der Alpenblumen . 719

§ 1. Blumenfarbe 719
§§ 1. Wirken Farben anlockend? 719
§§ 2. Werden die Blumenfarben durch die Insekten abgeändert? 721
§§ 3. Farbenintensität 723
§ 2. Blütengröße 725
§ 3. Duft und Honigabsonderung 728
Schlußbetrachtung 728

Fünfter Abschnitt: **Die Verbreitungsmittel der Alpenflora** (von Prof. Dr. VOGLER) 730

1. Kapitel. Allgemeines 730

2. Kapitel. Die Verbreitungsagentien in der alpinen Region und die Anpassungen der Pflanzen an dieselben 731

3. Kapitel. Die Bedeutung der Verbreitungsmittel für die Alpenpflanzen 738

Sechster Abschnitt: **Die Geschichte der schweizerischen Alpenflora** (von Dr. MARIE BROCKMANN-JEROSCH) 743

Literatur 743.

1. Kapitel. Einige allgemeine Bemerkungen 745

§ 1. Einleitung 745
§ 2. Die genetische, die historische und die geographische Fragestellung 746
§ 3. Die Hilfsquellen der alpinen Florengeschichte 750

Seite

2. Kapitel. Alpine Florengeschichte in der Tertiär- und Diluvialzeit 750

§ 1. Die Tertiärzeit 750
§ 2. Die Glazialzeiten 752
§ 3. Die Interglazialzeiten 760

3. Kapitel. Alpine Florengeschichte in der Postdiluvialzeit 763

4. Kapitel. Die geographische Verbreitung der schweizerischen Alpenflora 768

§ 1. Verschiedene Einteilungen in geographische Elemente . . . 768
§ 2. Einige Bemerkungen zur geographischen Verbreitung schweizerisch-alpiner Arten 774
§ 3. Zusammenfassung 777

Register der Pflanzennamen 778
Druckfehlerverzeichnis 807

Einleitung, zugleich Vorwort.

Die anregende Wirkung einer Gebirgsreise setzt sich aus mannigfaltigen Einflüssen zusammen. Es ist nicht allein die Schönheit des Landschaftsbildes, die Weite des Blickes, die erfrischende Luft, die Genugtuung der körperlichen Kraftleistung; es kommt noch etwas dazu, was die Ebene erst auf sehr weiten Reisen bietet: der starke Szenenwechsel im grünen Kleide der Landschaft, die rasche Veränderung der Vegetation beim Aufsteigen aus der Ebene.

Denn die Gebirge sind Kälte-Inseln im Meere der temperierten und warmen Ebenen; es sind gleichsam kleine Polfragmente, und der Weg von der Ebene zu der Hochgebirgsarctis führt uns durch ein anmutiges und lehrreiches Kompendium der verschiedenen Zonen.

Seit Alexander v. Humboldt, dem großen Begründer und ersten Gesetzgeber der Pflanzengeographie, benennt man die übereinanderliegenden Vegetationsgebiete der Gebirge, die in parallelen Gürteln sich um ihre Flanken schlingen, als „Regionen", die in der Ebene von Süd nach Nord aufeinanderfolgenden Wärmegürtel dagegen als „Zonen".[1]

Die bedeutungsvollste Linie im Gebirge, die auffallendste Veränderung in der Pflanzenwelt treffen wir dort, wo das Baumleben aufhört. Wir bezeichnen sie als „Baumgrenze", d. h. die Linie, welche die obersten Vorkommnisse baumartiger Gewächse verbindet. In den Alpen sind es Fichte, Lärche und Arve, die von allen Bäumen am höchsten steigen.

Oberhalb der Baumgrenze bewegt sich das Pflanzenleben nur noch in den Formen der Sträucher und Kräuter, um an den höchsten Felsklippen mit Moosen und Flechten auszuklingen.

Diese baumlose Region des Gebirges ist es, die man als alpine Region bezeichnet. Der Name ist dabei von dem Gebirgszuge der

---

[1]) Prof. Flahault in Montpellier schlägt neuerdings in seinem „Premier essai de nomenclature phytogèographique" (Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie 1901) die umgekehrte Anwendung der beiden Bezeichnungen vor: Region für die Wärmegürtel der Ebenen, Zonen für diejenigen der Gebirge. Obwohl er sprachlich vielleicht Recht hat, scheint es doch kaum zweckmäßig, so fest eingebürgerte Bezeichnungen umzutauschen.

Alpen auf einen ganz allgemeinen Begriff übertragen worden. Und zwar nicht nur in der wissenschaftlichen Terminologie, sondern auch im gewöhnlichen Sprachgebrauch. So gut wie wir von der „alpinen“ Szenerie des Himalaya, dem „alpinen“ Charakter einer Landschaft überhaupt vom „Alpensport“ und „Alpinismus“ sprechen, ebenso gut dürfen wir von der „alpinen“ Region der Anden, der „Alpenflora“ des Kilimandscharos, den „Alpenpflanzen“ des Kaukasus usw. reden.[1])

Wir verstehen also unter „alpiner Flora“ ganz allgemein diejenigen Pflanzen, welche ihre Lebensbedingungen vorzugsweise oder ausschließlich in der baumlosen Region der Gebirge finden. Sie sind dort zu Hause, sie sind diesen eigenartigen Bedingungen angepaßt.

Die alpine Flora umfaßt also nicht etwa alle überhaupt in der alpinen Region vorkommenden Pflanzen! Es gibt eine große Zahl von ausgesprochenen Ebenenpflanzen, welche bis hoch in die Alpen hinaufsteigen; so trifft man z. B. den Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) bis gegen 3000 m verschleppt; aber niemand wird dieses edle Gewächs deshalb zur Alpenflora zählen!

Nach einer Zählung von Vogler[2]) steigen von den 1951 Arten der Schweizerflora, welche unterhalb der Baumgrenze ihr eigentliches Gebiet haben, nicht weniger als 354 auch über die Baumgrenze. Von den 697 überhaupt in der alpinen Region der Schweiz gefundenen Arten sind also nur etwa die Hälfte (343 Arten) wirklich typische Alpenpflanzen.

Die alpine Flora ist nicht etwa eine bloße Abschwächung, eine Verkümmerung der Ebenenflora, hervorgerufen durch die ungünstigen Temperaturverhältnisse. Im Gegenteil, es treten uns hier neue eigenartige, in ihrer Weise ebenso kräftig und üppig entwickelte, in ihren Blüten abr ganze besonders fesselnde Erscheinungen entgegen. Vergessen wir nicht, daß die alpine Region nicht bloß durch geringere Wärme und kürzere Vegetationsdauer sich von der Ebene unterscheidet, sondern daß durch die dünne Luft, die mächtig gesteigerte Lichtintensität, die heftigen Winde ein ganz eigenartiges Klima, das Höhenklima geschaffen wird, dem auch eine ganz charakteristische Vegetation ent-

---

[1]) Wer das Bedürfnis fühlt, „alpin“ im topographischen Sinne vom obigen Begriffe zu unterscheiden, mag dafür (nach dem Vorgang von Schulz) das allerdings wenig schöne Wort „alpisch“ gebrauchen. Drude (Deutschlands Pflanzengeographie I 1896 S. 9) schlägt vor, den Ausdruck „alpine Region“ durch „Hochgebirgsregion“ zu ersetzen; Penck (Morphologie der Erdrinde, II 1894 S. 336) will dafür „Mattengebirge“ sagen. Mir scheint die eingebürgerte Bezeichnung „alpin“ als Adjektiv so viel bequemer zu handhaben, daß der Nachteil des Doppelsinns dagegen verschwindet.

[2]) Dr. Vogler, Paul. Über die Verbreitungsmittel der schweizerischen Alpenpflanzen. Mit 4 Tafeln. Flora oder Allgem. Bot. Zeitung, Bd. 89, Ergänzungsband 1901.

spricht. Und diese Vegetation hat ihre eigene verwickelte Entstehungs- und Wanderungsgeschichte: weit entlegene Gebiete der Arctis und der asiatischen Gebirge haben ihre Beiträge zum Pflanzenteppich unserer Alpen geliefert.

Es ist eine lockende, eine lohnende Aufgabe, sich in das Studium der Hochgebirgsflora zu vertiefen! Sie ist mit Recht der Liebling der Pflanzenfreunde geworden. Tausende und aber tausende von Alpenwanderern schwelgen alljährlich in der Farbenpracht und dem Formenreichtum dieser vornehmen und eigenartigen Zierden des Gebirges; in hunderten von Sträußen prangen sie alltäglich auf dem Tisch der Gasthäuser, zu tausenden wandern sie getrocknet als Erinnerung nach Hause, oder erfreuen lebendig in den „Alpenanlagen" unserer Gärten das Auge.

Die Alpenflora ist uns geradezu ans Herz gewachsen durch den frischen fröhlichen Mut, mit dem sie den Kampf mit Schnee und Eis, mit Wind und Wetter, mit rollendem Stein und rinnendem Wasser so herzhaft aufnimmt und so siegreich durchführt! Man kann sie förmlich liebgewinnen, diese kleinen Pioniere, denen keine Höhe zu eisig, kein Hang zu jäh, kein Fels zu hart ist, um ihn mit grünendem Leben, mit blühenden Farben zu bedecken. Mit Jauchzen begrüßen wir nach langer Schneewanderung die blütenbesäten Polster der Gratpflanzen, die uns aus allen Fugen des von weitem tot erscheinenden Gesteins entgegenlachen. Wahrlich, es gibt kein lieblicheres und zugleich ergreifenderes Zeugnis von dem Sieg des ewig schaffenden Lebens über den Tod!

Zu diesem dramatischen Interesse an dem hartem Kampf der Alpenflora mit ungünstigen Lebensbedingungen kommt noch der unerreichte Farbenschmuck der Blüten, gehoben durch die Kleinheit des gedrängten grünen Leibes, der uns gefangen nimmt. Und vergessen wir endlich eines nicht, was uns den geheimnisvollen Zauber der Alpenflora noch besser verstehen läßt: es ist der Schauplatz, den sie mit ihren Reizen schmückt, unsere ewigen Berge, wo wir die herrlichsten Stunden verbringen, die den Menschen beschieden sind, von wo wir neugestärkt, geistig und körperlich gesundet, wieder an unser Alltagswerk gehen. Und was wir mitnehmen, um es als Erinnerung aufzubewahren: es sind die Kinder der Alpenflora, die sich so mit dem Gedanken an reine und edle Genüsse verknüpft.

Aber — so tönt es mir entgegen — so spricht doch nicht der Botaniker, so spricht der Naturfreund von der Alpenflora. Der Botaniker — so meinen ja viele! — hat sich nicht über die Pflanzen zu freuen, der hat sie nur zu zerzupfen, und die Staubfäden zu zählen; ein Botaniker ist ein Mann, der die Pflanzen ausreißt, sie erbarmungslos in seine grüne Büchse zwängt, zuhause zwischen grauem Papier jämmerlich zerquetscht und mit schwer auszusprechenden und noch

schwerer zu behaltenden Namen insultiert! — aber die Poesie, die geht dabei verloren! Wer sich einem Botaniker als Führer anvertraut, hört nichts als Namen!

Weit gefehlt, doppelt und dreifach gefehlt mit diesem Vorwurf! Nicht nur sind wir Botaniker auch Naturfreunde, und genießen so unbefangen wie der laienhafteste Laie die reine Schönheit der Natur, sondern gerade unsere Wissenschaft lehrt uns diese Poesie der Natur noch vertiefen, noch eindringlicher gestalten!

Weit entfernt, die reine ästhetische Freude an den Herrlichkeiten der Alpenblumen zu zerstören, wird uns ein richtiges Studium zu einer unversiegbaren Quelle des reinsten Genusses, je tiefer wir in die Gesetze eindringen, welche die tausendfachen Beziehungen der Alpenflora zu ihrer engern und weitern, ihrer toten und ihrer lebenden Umgebung beherrschen.

Denn der Botaniker von heutzutage, auch der Systematiker, betrachtet den Namen nur als Mittel zum Zweck; er sucht vor allem die Pflanze zu begreifen als lebendes anpassungsfähiges Wesen, mitten hineingestellt in die mannigfaltigsten Einflüsse, sie ausnützend oder sich gegen sie schützend; in langsamen Werdegang aus anderen Formen hervorgegangen, ihr Gebiet durch Wanderung verändernd, im Konkurrenzkampf bald siegend bald unterliegend.

Und kein Gebiet ist so geeignet zu solchen Studien, wie gerade das der Alpenflora. Sie hat sich den extremen Bedingungen ihres Wohnsitzes in wunderbarer Weise angepaßt; ihr bunter Teppich reagiert in seiner Zusammensetzung mit überraschender Promptheit auf den ungemein vielseitigen Wechsel der Bedingungen, wie ihn in diesem Reichtum eben nur das Gebirge bietet. Und die Gebirge haben als „Florenreservoire“, als Refugien und als Ausprägungsstellen ganzer Pflanzengenossenschaften von jeher in der Geschichte der Pflanzenwelt eine bedeutungsvolle Rolle gespielt; kurz, das Studium der Alpenflora bietet eine Fülle der verlockendsten Probleme!

Ich will versuchen, im folgenden den Alpenfreund in diese Probleme einzuführen, ihn mit allem bekannt zu machen, was seine Lieblinge ihm sagen können. Und wenn er — nicht ohne Mühe freilich — ihre Sprache verstehen gelernt hat, dann werden seine Alpenwanderungen ihm hundertfältig vermehrten Genuß bieten!

Wir werden uns zunächst über die Stellung orientieren, die die Alpenflora im gesamten Pflanzenteppiche der Alpenkette einnimmt. Wir gliedern ihn in Höhengürtel und verfolgen die Veränderungen, die auf das Schlußglied vorbereiten. Wir lernen die Baumgrenze als wichtigste Scheidelinie der Alpen kennen.

Nun sind wir in die alpine Region selbst aufgestiegen und studieren den Boden, der die Alpenflora nährt, die Standorte die sie besiedelt, die Pflanzengenossenschaften, die sie bildet, das Klima, das sie ummodelt.

So vorbereitet, lassen wir dann in langer Reihe die Hauptrepräsentanten der Alpenflora, Art für Art, an uns vorüberziehen. Wir lernen ihre Merkmale kennen, ihre Verbreitung, ihre Standorte und Bodenansprüche, ihre Anpassungserscheinungen und ihre Bedeutung für die Ökonomie des Gebirges und seiner Bewohner, kurz, wir studieren die Lebensgeschichte einer jeden der wichtigsten Arten.

So sammeln wir ein reiches Tatsachenmaterial; dann gehen wir an seine geistige Durchdringung. Wir leiten allgemeine Gesetze ab: Zuerst über die Anpassungserscheinungen an die kurze Vegetationsdauer, an die Lichtwirkung, an die Trockenheit der Luft, an die relative Wärme des Bodens. Ein anziehendes Kapitel, bearbeitet von Dr. Günthart, Oberlehrer in Barmen, lehrt uns die so überaus sinnvollen Blüteneinrichtungen kennen, die Anpassungen an die Welt der Insekten; dann verfolgen wir die Mittel, welche die Samen der Alpenpflanzen zu ihrer Verbreitung besitzen (dieses Kapitel ist von Herrn Prof. Dr. Paul Vogler, St. Gallen, behandelt). Soweit die „Biologie“ (oder „Ökologie“) der Alpenflora, die allgemeinen Gesetze der Einwirkung von Klima, Boden und Tierwelt auf Gestalt und Leben der Alpenpflanzen.

Die örtliche Verbreitung der Arten liefert uns die Grundlage für weitere Verallgemeinerungen pflanzengeographischer Natur: Verbreitung nach der Höhe, östliche Arten, westliche Arten, Armut und Reichtum der Gebiete usw.

Und endlich heben wir unseren Blick höher und spüren den unendlich verschlungenen Einzelfäden nach, aus denen im Laufe der Zeiten und Entwickelungen der Teppich unserer Alpenregion aus den verschiedenen Florenelementen sich gesponnen hat; wir studieren, geleitet von Frl. Marie Jerosch, Assistentin am Polytechnikum in Zürich, die die Bearbeitung dieses Kapitels übernommen hat, die Herkunft und Geschichte der Alpenflora.

Daß der Verfasser sich hauptsächlich an schweizerische Verhältnisse hält, die ihm am besten bekannt sind, wird ihm niemand verübeln; es wird aber stets auch der wichtigsten Tatsachen aus den übrigen Alpenteilen gedacht.

Es freut mich, an dieser Stelle meinen ehmaligen Schülern als lieben Mitarbeitern ein herzliches Wort des Dankes zurufen zu können. Wir haben auf gemeinschaftlichen Wanderungen im Gebirge manche der hier behandelten Probleme auf blumiger Alpenmatte und am Rande des ewigen Schnees erörtert, und manch' schöne Erinnerung knüpft sich an diese herrlichen Stunden. Ich bin erfreut, daß sie mir nun helfen, auch andere in diese Genüsse einzuführen.

Das vielseitige wissenschaftliche Interesse, das sich an die Alpenflora knüpft, hat eine enorm reiche Literatur hervorgebracht. Es mögen hier nur die Hauptwerke genannt sein, die in einzelnen Kapiteln oder ganz dem Studium der Alpenflora gewidmet sind.

Vor allem möchte ich hier noch besonders neben den Arbeiten Kerners das für alle Zeiten grundlegende klassische Werk Christs herhorheben: „Das Pflanzenleben der Schweiz“. Das Kapitel über die Alpenflora ist eines der besten; der Verfasser hat hier mit Meisterhand, in seiner packenden, von poetischem Schwung getragenen Sprache, ein so treffliches Bild der alpinen Flora der Schweiz, ihrer Ökologie und ihrer Verbreitung und Geschichte entrollt, daß die vielen Verehrer dieses Buches sich wohl mit Recht fragen: wozu ein neues Buch über die Alpenflora? Ihnen möchte ich antworten: mein Buch soll den Rahmen, den Christ gegeben, ausdehnen und mit Einzelheiten ausfüllen und gleichzeitig den Fortschritten der Wissenschaft in den letzten 25 Jahren Rechnung tragen. Ich werde überall auf der von Christ gegebenen Grundlage aufbauen, und danach trachten, meinem Meister und Freunde Ehre zu machen.

Schimper, A. F. W. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898; besonders Abschnitt IV des 3. Teiles: Die Höhen (Höhenklima, Regionen).

Warming, E. Lehrbuch der ökolog. Pflanzengeographie. 2. Auflage, bearbeitet von P. Graebner, Berlin 1902 (besonders 3. Abschnitt, Kap. 4, 4. Abschnit, Kap. 7—12, 6. Abschnitt, Kap. 2).

Kerner v. Marilaun, F. v. Pflanzenleben. 2 Bde. II. Auflage. Leipzig u. Wien 1898.

Drude, O. Deutschlands Pflanzengeographie. Bd. I. Stuttgart 1896.

Schlagintweit, A. u. H. Untersuchungen über die Physik, Geographie und Geologie der Alpen 1850 und „Neue Untersuchungen" 1854.

Christ, H. Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich 1879.

Kerner v. Marilaun, F. v. Das Pflanzenleben der Donauländer. Wien 1863.

Sendtner, v. Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München 1854.

Magnin, Végétation des Alpes françaises. Extrait des „Alpes françaises". Paris 1893.

Flahault, Ch. La flore et la végétation de la France, avec une carte de la distribution des végétaux en France. — Einleitung zu „Flore de la France" v. Abbé Coste. Paris 1901.

Engler, A. Die Pflanzenformationen und die pflanzengeogr. Gliederung der Alpenkette. Notizblatt des Kgl. bot. Gartens Berlin. Appendix VII. Berlin 1901.

Rambert. Les plantes alpines. In „Les Alpes suisses", Bd. I, Lausanne 1866 (auch ins Deutsche übersetzt: Die Alpenpflanzen von E. Rambert, übersetzt von A. Kaebitzsch, Dresden 1894).

Schröter, C. Die Alpenflora; Vortrag. Basel 1883.

Kerner v. Marilaun, F. v. Die Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden 1869 (Tageblatt d. 43. Vers. deutscher Naturf. u. Ärzte in Innsbruck).

Müller-Lippstadt, H. Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben. Leipzig 1881.

Bonnier, G. Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin. Ann. d. sc. nat. 7 série Tome XX, und andere Arbeiten desselben Verfassers.

Lazniewski, W. Beiträge zur Biologie der Alpenpflanzen. Flora Bd. 82, 1896.

Vogler, P. Die Verbreitungsmittel der schweizerischen Alpenpflanzen. Flora 1900. 89. Bd. (Ergänzungsband) 1901.

Wagner, A. Zur Kenntnis d. Blattbaues d. Alpenpflanzen und dessen biologischer Bedeutung. Sitzber. d. Wiener Akademie Bd. CI. Abt. I 1892.

Jungner, Klima u. Blatt in der Regio alpina. — Flora. Ergänzungsband 1894.

Engler, A. Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt. 1879.

Jerosch, Marie. Geschichte u. Herkunft der schweizerischen Alpenflora. — Eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Frage — Leipzig 1903.

Stebler u. Schröter, Die Alpenfutterpflanzen. Bern 1889.

Stebler u. Schröter, Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. Bern 1892.

Stebler, F. G. Die Unkräuter der Alpenweiden und Alpenmatten und ihre Bekämpfung. Landw. Jahrb. d. Schweiz, Bd. XIII 1899.

Stebler, F. G. Alp- und Weidewirtschaft. Berlin 1903.

Zürich, im Mai 1904.

Der Verfasser.

Erster Abschnitt.

Die Stellung der alpinen Flora in der Gesamtvegetation der Alpen.

Erstes Kapitel.

Die Regionen der Alpen.

§ 1. Die Grenzen der Pflanzenverbreitung überhaupt (Arealgrenzen).

Der Szenenwechsel in der Vegetation beim Aufstieg ins Gebirge setzt sich aus verschiedenen Erscheinungen zusammen. Die Arten der Ebene treten allmählich zurück; eine nach der anderen verschwindet. Dafür stellen sich mehr und mehr neue Formen ein, erst vereinzelt, dann immer häufiger, bis wir unvermerkt und ganz gleitend in eine total andere Flora uns versetzt finden. Aber auch die Pflanzengesellschaften wechseln: der Laubwald bleibt hinter uns zurück, bald auch der Nadelwald; wir betreten den Strauch- und Mattengürtel der alpinen Region und schwelgen zuletzt unter Felsenpflanzen im Genuß der Hochgebirgsnatur.

Alle diese Veränderungen beruhen auf einem Gesetze allgemeinster Ordnung, das alle Lebewesen umfaßt: Jeder Organismus stellt an Klima, Boden und umgebende organische Natur bestimmte Anforderungen.

Die Pflanze kann nur dort gedeihen, wo diese Anforderungen erfüllt sind, und — müssen wir hinzufügen — wo die Konkurrenz mit anderen Pflanzen ihr noch Platz läßt. Das Gebiet, in welchem eine Pflanze ohne Zutun des Menschen vorkommt, bezeichnen wir als ihr Areal.

Wo diese Bedingungen nicht zutreffen, findet die Pflanze eine Grenze ihrer Verbreitung.

Praktisch stellen wir diese Grenzen fest durch Verbindung der äußersten Punkte, an denen die Pflanze noch spontan, ohne Zutun des Menschen vorkommt.

Wir unterscheiden in der Ebene die Grenzen nach der Himmelsrichtung: als Nordgrenze (oder Polargrenze) diejenige Linie, welche den

Verbreitungsbezirk nach Norden abgrenzt, also im allgemeinen von west-östlichem Verlauf; analog sind Äquatorialgrenze (oder Südgrenze) Ost- und Westgrenze zu verstehen. Im Gebirge sprechen wir von „Höhengrenzen“, und zwar sowohl nach unten (untere Grenze) als nach oben (obere Grenze). Den zwischen unterer und oberer Grenze eingeschlossenen Höhengürtel nennen wir die Region der betreffenden Pflanze (oder die „Höhenschicht“, den „Höhengürtel“).

Folgendes sind einige Beispiele von Regionen einzelner Pflanzen der Schweizeralpen (Mittelzahlen):

Region der Alpenrosen	von 1600—2400 m	
„ „ Arve	„ 1800—2300 m	
„ des Edelweiß	„ 1900—2700 m	(Max. 2924 m)
„ „ Gletscherhahnenfußes (*Ranunculus glacialis*)	2300—4276 m	

§ 2. Die Abgrenzung der Pflanzenregionen im Gebirge.

Wie die einzelnen Pflanzenarten, so ist auch jede Pflanzenformation, d. h. jede Pflanzengesellschaft an eine bestimmte Region gebunden. Am deutlichsten tritt das beim Wald hervor. Schon bei oberflächlicher Betrachtung muß es auffallen, wie in einer gewissen Höhe der Laubwald durch Nadelwald ersetzt wird, daß auch dieser sein Ende erreicht und ein absolut baumloser Gürtel sich zwischen Baumgrenze und ewigem Schnee erstreckt.

Diese scharf hervortretenden Linien legten den Gedanken nahe, den langen Weg von der Ebene zu der Schneeregion in Unterabteilungen, in Höhenschichten, in Regionen abzuteilen, die sich durch gewisse gemeinsame Bedingungen, durch gemeinsame Arten, und besonders durch bestimmte Pflanzengesellschaften charakterisieren lassen.

Diese Gliederung wurde nach verschiedenen Prinzipien durchgeführt. Die Tabelle I gibt eine Übersicht über die hauptsächlichsten bis jetzt vorgeschlagenen Einteilungen.

Prinzipien der Regioneneinteilung. Wir können diese Einteilungen etwa folgendermaßen klassifizieren:

1. Nach den Grenzen auffälliger Einzelpflanzen oder Pflanzenformationen (Weinstock, Nußbaum, Buche, Voralpenpflanzen, Fichte, Krummholz, Wald, Einzelbäume) sind die Regionen bestimmt bei Wahlenberg, Heer, Rion, Fischer, Christ, Brügger, Heufler, Magnin, Ratzel, Fritzsch, Reishauer und Beck.

2. Nach klimatischen Werten bei Mühry.

3. Nach land- und alpwirtschaftlichen Gesichtspunkten bei Ebel, Kasthofer, Schatzmann, Wartmann und Schlatter, z. T. auch bei Fritzsch und Reishauer.

4. Nach den allgemeinsten Wirkungen des Klimas auf die Pflanzen bei Schimper.

Tabelle I. **Regioneneinteilungen und Höhengrenzen in den Alpen.**

Kolonne 1: Französische Alpen; Kolonnen 2—16: Schweizer Alpen; Kolonne 17: Bayerische Alpen; Kolonnen 18—24: Tiroler Alpen. (Kolonnen 18—21 aus REISHAUER.) Kolonne 25: Niederösterreichische Alpen.

Kolonnen 2—7 und 9—17 aus STEBLER und SCHRÖTER, Die Alpenfutterpflanzen.

Meter über Meer: 5000, 4500, 4000, 3500, 3400, 3300, 3200, 3100, 3000, 2950, 2900, 2850, 2800, 2750, 2700, 2650, 2600, 2550, 2500, 2450, 2400, 2350, 2300, 2250, 2200, 2150, 2100, 2050, 2000, 1950, 1900, 1850, 1800, 1750, 1700, 1650, 1600, 1550, 1500, 1450, 1400, 1350, 1300, 1250, 1200, 1150, 1100, 1050, 1000, 950, 900, 850, 800, 750, 700, 650, 600, 550, 500, 450, 400, 350, 300, 250, 200

00. Penck 1896. Morphologie der Erdrinde Bd. II 336.
- **Schnee- und Eisgebirge** mit permanenter Schnee- und Gletscherentwickelung (oberhalb der Schneegrenze).
- **Mattengebirge** mit Matten, Wiesen oder Alpenweiden bedeckt (bis zur Schneegrenze).
- **Waldgebirge** (bis zur Baumgrenze).

0. Schimper 1898. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 1898, S. 737. Allgemeinste Regioneneinteilung.
- **Alpine Region.** Vegetation durch das gesamte Höhenklima beeinflußt (Abnahme der Temperatur, Luftverdünnung, intensive Strahlung, heftige Winde, reiche Niederschläge) ohne Analogie in Tiefländern.
- **Montane Region.** Vegetation mehr feuchtigkeitliebend und weniger wärmeliebend als im benachbarten Tiefland, derjenigen der Tiefländer nördlichen Zonen vergleichbar.
- **Basale Region.** Vegetation mehr feuchtigkeitliebend, aber ebenso wärmebedürftig als im benachbarten Tiefland, derjenigen feuchterer Standorte der letzteren ähnlich.

1. Magnin 1893. La Végétation des Alpes françaises. (Extrait des „Alpes françaises“ von FALSAN.)
- **Alpine Region** oberhalb der Baumgrenze. Als untere alpine Region scheidet MAGNIN die Region der einzelnen Baumvorposten und der Alpensträucher aus (obere Grenze im Montblanc-Massiv nach BONNIER: 2010—2600 m.)
- **Subalpine Region** oder Waldregion, aus Buchen- und Nadelwäldern. Obere Baumgrenze im Mittel bei 1600—1700 m. (Mont Ventoux 1735—1810 m, Seealpen 1600 m, Dauphiné 1900—2500 m, Savoier Alpen 1030—2064 m, Penninische Alpen 1980—2273 m.)
- **Untere Region** oder Kulturregion, mit: Rebe, Nußbaum, Kastanie, Olive, immergrünen Eichen, Aleppokiefer usw.

2. Ebel 1808. Über den Bau der Erde im Alpengebirge.
- 3412 m. So hoch noch vereinzelte Blütenpflanzen und Flechten.
- **Hochalpen.** Meist Schnee, nackter Fels oder Steintrümmer.
- 2600 m. Schneegrenze.
- **Mittelalpen.** (Schönste Alpenflora. Trefflichste Weiden.)
- 1462 m. Obere Grenze des Baumwuchses.
- **Voralpen.** (Größter Waldreichtum. Unterste Bergweiden.
- 650 m. Unterste Grenze der Alpenpflanzen.
- **Hügelregion.**

3. Wahlenberg 1813. De climate et vegetatione in Helvetia septentrionali.
- 2675 m. Schneegrenze.
- **Nivale Region.**
- 2112 m.
- **Subnivale Region.** (Obere Alpenregion.)
- 1789 m. Untere Grenze der perennierenden Schneeflecken.
- **Untere Alpenregion.**
- 1487 m. Obere Grenze des Baumwuchses.
- **Subalpine Region.** (Tannengürtel.)
- 1323 m. Obere Grenze der Buche.
- **Obere Bergregion.**
- 633 m. Obere Grenze des Nußbaumes.
- **Untere Bergregion.**
- 552 m. Grenze des Weinstocks.
- **Region des Weinstocks.**

4. Kasthofer 1818. Die Wälder und Alpen des bernischen Hochgebirges.
- 2600 m. Schneelinie. Ersterben alles Lebens.
- **Region der Schafalpen.**
- 2112 m. Absolute obere Grenze des Holzwuchses (Alpenrose).
- **Region der Kühalpen.**
- 1365 m. Obere Grenze des Kirschbaumes.
- **Region der Bergvorsassen.**
- 1157 m. Obere Grenze des Nußbaumes.
- **Talregion,** soweit Getreide und Obstbäume gedeihen.

5. Heer 1836. Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Teiles des Kantons Glarus.
- **Nivale Region.**
- 2762 m. Schneegrenze.
- **Subnivale Region.**
- 2275 m. Untere Grenze vereinzelter perennierender Schneeflecken.
- **Alpine Region.**
- 1787 m. Obere Grenze des Baumwuchses.
- **Subalpine Region.**
- 1300 m. Obere Grenze der Buche.
- **Montane Region.**
- 750 m. Obere Grenze des Nußbaumes.

6. Schatzmann 1859. Schweizerische Alpenwirtschaft. Erstes Heft.
- 2600 m. Schneelinie.
- **Hochalpen.** Kurze, aber sehr würzige Alpengräser, niedrige Weiden, Halbsträucher, Moose und Flechten. Schafe und Galtvieh.
- 1800 m. Obere Grenze des Baumwuchses.
- **Mittelalpen.** Die meisten Kühweiden; üppige und nahrhafte Vegetation der besten Gräser und Kräuter, daneben auch Holzwuchs; keine ständigen Wohnungen.
- 1200 m.
- **Voralpen.** Region der Vorsaßen, Mayensäße, Mayens. Bleibend bewohnte Hütten und Dörfer. Flora geht allmählich in die des Tales über. Gerste, Roggen, Kartoffeln.

7. Theobald 1861. Das Bündner Oberland. Regionen des Vorderrheintals.
- 2500 m. Schneegrenze.
- **Region der Alpweiden.** Letzte Striche der Waldregion; verkümmerte Rottannen und Lärchen; Region d. Arven und Legföhren, Birken, Alpenerlen. Herrlicher Wiesenteppich.
- 1500—1800 m. Die Rottanne beginnt zu verkümmern.
- **Subalpine Region.** Waldregion. (Tanne, Fichte, Lärche) Mayensäße.
- 1150 m. Dissentis. Obere Grenze des Laubholzes und der Obstbäume.
- **Talland.** Alle Getreidearten exkl. Mais. Laubholz meist ausgerottet, Nadelholz vorherrschend.
- 600 m. Grenze des Weinbaues.
- **Region des Weinbaues.** (Mais, Pfirsich, Aprikose), Stieleiche.

8. Pfeffer 1869. Bryogeographische Studien aus den rhätischen Alpen. Denkschr. d. schweiz. nat. Gesellschaft 1869. Bearbeitet von DRUDE in Deutschlands Pflanzengeographie Bd. I, S. 395. 1896.
- **Nivale Fels- u. Geröllformation** (bis zu den höchst. Gipfeln.)
  - a) Supranivale Formation mit den verarmten Resten der Blütenpflanzen und Moose an spärlichen Standorten; Steinflechten und Schneealgen bis zu den Gipfeln.
  - 3250 m.
  - b) Intranivale Formation mit den obersten Grenzen der Mehrzahl nivaler Blütenpflanzen und Moose.
  - 2800 (2900) m.
  - c) Infranivale Formation (subnivale) mit *Salix herbacea* und *serpyllifolia*, mit Graspolstern in vereinzelten Rasen.
- 2500 (2600) m.
- **Alpine Fels- u. Geröllformation.**
  - a) Supraalpine Formation bis zur allgemeinen Grenze der strauchigen Zwergweiden und Zwerggehölze.
  - 2230 (2430) m.
  - b) Intraalpine Formation, bis zur oberen Grenze der Zwerggesträucher v. Vaccinien u. Ericeen. Üppige Entfaltung der Zwergweide und Zwerggehölze.
  - 2000 (2200) m.
  - c) Infraalpine Formation, bis zur oberen Grenze von *Pinus montana Pumilio* und *Alnus viridis*.
- 1800 (2000) m.
- **Praealpine Fels- und Geröllformation.**
  - a) Oberhalb der unteren Hauptgrenze von *Pinus montana Pumilio* und *Juniperus nana*.
  - b) Unterhalb d. unteren Hauptgrenze von *Pinus montana Pumilio* und *Alnus viridis*.
- NB. Die eingeklammerte Höhenzahl bezieht sich auf die südliche Abdachung, die andere auf die nördliche.

9. Mühry 1871. Klima der Schweiz in Wirths Statistik der Schweiz.
- **Athermische Region** (Tagesmittel nie über 0°).
- 3900 m.
- **Region des Rieselschnees.** (Regen 0.)
- 3250 m.
- **Firngürtel.** (So hoch fällt Regen!)
- Schneegrenze. 2665 m.
- **Subnivale Region.** $10^1/_2$ Monate Winter.
- 2275 m.
- **Obere (eigentliche) Alpenregion.** Obere Staffel, perennierende Wiesenpflanzen; auch im Sommer Schnee. 9 Monate Winter.
- 1787,5 m. Tannengrenze.
- Untere Alpenregion. **Subalpine Region.** Mittlere Staffel, dunkle Tannen. 6 Monate Winter. (Bündner Hochboden.)
- 1300 m.
- **Bergland, montane Region.** Untere Staffel. 5 Monate Winter. Jura und nördliche Vorberge.
- 800 m.
- **Hügelland, colline Region.** (Mittelland.) 4 Monate Winter.

10. Rion 1872. RITZ und WOLF, Guide du botaniste dans le Valais. Regionen des Wallis.
- Schneegrenze. 2760 m.
- **Alpenweiden.**
- Baumgrenze. 2050 m.
- **Koniferenregion.**
- 1263 m.
- **Kulturregion.**

11. Brügger 1874. Flora Curiensis für die Gegend von Chur.
- **Schneeregion** der höchsten Gipfel und Gräte.
- 2400 m.
- **Region der Alpweiden.**
- 1600—1700 m. Grenze der Wälder.
- **Montane Region der Wälder und Voralpen.**
- 700—800 m. Unterer Waldsaum u. Grenze des Weinbaues.
- **Talebene** bis zur Grenze des Weinstocks.

12. Fischer 1875. Verzeichnis der Gefäßpflanzen des Berner Oberlandes.
- **Obere Region.**
- 1800 m. Tannengrenze.
- **Mittlere Region.**
- 1300 m. Buchengrenze.
- **Untere Region.**

13/14. Christ 1879. Das Pflanzenleben der Schweiz.
- 13. **Wallis und Bünden. Tessin.**
  - Schneelinie. 3000 m. Südliche Central-Alpen.
  - **Alpenregion.**
  - 2100 m. Grenze der Lärche und Arve in Bünden und Wallis, Lärche i. Tessin (Schr.)
  - **Koniferenwald.**
  - 1500 m. Buchengrenze. Tessin (Schr.).
  - **Laubwald.**
  - Kastaniengrenze. 900 m. Südschweiz.
  - Weingrenze. 700 m. Südschweiz.
  - **Kulturregion.** Weinstock, Obstbäume. Mittelmeerpflanzen.
- 14. **Nordschweiz.**
  - Schneelinie. 2700 m. Nördliche Alpen und Tessin.
  - **Alpenregion.**
  - Tannengrenze. 1800 m. Nördliche Schweiz und Tessin.
  - **Koniferenwald.**
  - Buchengrenze. 1350 m. Nordschweiz.
  - **Laubwald.**
  - Weingrenze. 550 m. Nordschweiz.

15/16. Wartmann und Schlatter 1888. Schriftliche Mitteilung über die Regionen in den Kantonen St. Gallen und Appenzell. (Aus dem Manuskript für das dritte Heft der „Kritischen Übersicht der Gefäßpflanzen der Kantone St. Gallen und Appenzell“.)

15. Mittel für das ganze Gebiet.
- Schneegrenze im St. Galler Oberland. 2500 m.
- **Alpenregion.** Nur Weidenutzung und Wildheu an steilen Hängen. — Alpenwald (aus Rottannen) bis **1800**, selten 1900 m. Im Säntisgebiet u. auf den Churfirsten über der Holzgrenze nur wenig Alpenweide (größere Alpen zwischen 1450 u. 1750 m). Im Murgtal u. Oberland (Calveis und Weißtannen) größere Weideflächen über der Holzgrenze (Alpweide hier von 1600—2200 m, selten 2400 m).
- 1600 m.
- **Voralpenregion.** Z. T. Heuberge, z. T. unterster Staffel d. Alp (so bei 1300—1400 m im Säntisgebirge, bei 1150 m in Appenzell. Nadelwald vorherrschend. Buchenwald bis 1350 m. Mischung montaner und alpiner Arten.
- 1200 m.
- **Bergregion.** Ackerbau: Weizen, Gerste, Hafer, Kartoffeln. Im nördlichen Hügelland Wiesenbau vorherrschend, aber nur Matten. Im unteren Teil Laubwald od. Mischwald (i. Rheintal stellenweise nur Buchenwald), im oberen Laubwald, Mischwald od. Tannenwald; bei 700 m Grenze des Nußbaums.
- 550 m. Weingrenze.
- **Ebene.** Weinbau, Ackerbau, Mais und zahme Kastanien.
- 398 m. Spiegel des Bodensees.

16. Beispiele aus vier sehr von einander abweichenden Gegenden.
- **Sittertal.**
  - 1800 m. Obere Tannengrenze.
  - Weide (Sommeratzung).
  - Untere Grenze der Weide- 1300 m. wirtschaft.
  - 500—1300 m. Heu u. Emd. Frühlings- u. Herbstatzung. Mattenwirtschaft. (Schon bei 1100 m einzelne Weiden.)
  - 700 m. Obere Grenze d. Mischwaldes. Tannenwald beginnt.
  - 500 m.
- **Abfall des Säntis gegen das Rheintal** (von Frümsen aus auf einer Profillinie quer zum Streichen der Ketten).
  - **Schafweide.**
  - 1750 m.
  - **Wildheu.** Von 1300 bis 1750 m vereinzelte Rottannen.
  - 1500 m.
  - **Alpweide** mit einzelnen Rottannen.
  - 1300 m. Obere Buchengrenze.
  - 600—1300 m **Buchenwald** am steilen Hang.
  - Nußbaumgrenze. 600 m.
  - 550 m. Weingrenze.
  - Obere Grenze 450 m. d. Mais.
- **Nordabfall der Churfirsten** (auf d. Linie Rhein, Gams, Wildhaus, Kaiserruck). Von 1000 m an Nordhang. (Siehe auch das Profil nach Dr. BAUMGARTNER, Tafel I.
  - 2300 m.
  - **Schafweide.**
  - 1850 m.
  - **Alpweide** mit einzelnen Rottannen.
  - 1450 m.
  - **Tannenwald.**
  - 1200 m.
  - **Mischwald und Matte.**
  - 1000 m.
  - **Buchenwald und Matte.**
  - 550 m.
  - Mais, Rebe.
  - 450 m.
- **St. Galler Oberland** (Weißtannen- und Calveisertal).
  - Schneelinie. 2500 m.
  - 2300 m.
  - **Alpweide.**
  - 1900 m. Absolute obere Grenze der Rottannen.
  - 1600 m.
  - **Matte und Weide;** erst Misch-, dann Nadelwald.
  - 1200 m.
  - **Buchenwald, Matten, Äcker.**
  - 570 m.
  - **Weinbau.**

17. Sendtner 1854. Die Vegetationsverhältnisse Süd-Bayerns. Regionen der bayerischen Alpen.
- **Region der Kryptogamen.**
- 2795 m. Grenze der Gefäßpflanzen.
- **Schneeregion.**
- Schneegrenze. 2207,3 m.
- **Obere Alpenregion.**
- 1982,5 m.
- **Untere Alpenregion.** Knieholz.
- 1722,5 m. Fichtengrenze.
- **Voralpenregion.**
- 1497,5 m. Buchengrenze.
- **Obere Bergregion.**
- 812,5 m. Eichengrenze.
- **Untere Bergregion.**
- 552 m. Nußbaumgrenze.
- **Obere Ebenenregion.**
- 390 m. Weinbaugrenze.
- **Untere Ebenenregion.**

18. Sauter 1831. Charakteristik der Vegetation d. verschiedenen Regionen in der Umgebung von Sirl und Teffs in Tirol. Flora 1831 S. 225.
- 2925 m.
- **Hochalpen.**
- 2225 m.
- **Voralpen u. Alpen** bis obere Legföhrengrenze.
- 1625 m.
- **Waldregion.**
- 975 m.
- **Kulturregion.**
- 650 m.

19. Heufler 1842. Über die Gründe des Pflanzenreichtums etc. Bote für Vorarlberg u. Tirol 1842.
- 2670 m.
- Alpenkräuter.
- 2435 m.
- 2087 m.
- Alpensträucher.
- 1925 m.
- 1787 m.
- Fichte.
- 1625 m.
- 1300 m.
- Buche.
- 975 m.
- Föhren.
- 650 m.
- 450 m.
- Kastanie. Immergrüne Laubbäume.

20. Perini 1845. A. et C. PERINI, Osservazioni sulle zone di vegetazione del Trentino. Memoria I-Giornale agrario dei distressi trentini. Anno VI.
- **Zona glaciale.**
- 2300 m.
- **Zona subnivosa.**
- 2000 m.
- **Zona alpina.**
- 1500 m.
- **Zona subalpina.**
- 1000 m.
- **Zona montana.**
- 480 m.
- **Zona collina.**

21. Kerner 1871. SCHAUBACH, Die deutschen Alpen. I. Teil. 2. Aufl. S. 126 ff.
- 2730 m.
- **Obere Alpenregion.**
- 2007 m.
- **Untere Alpenregion.**
- 1787 m.
- **Obere Waldregion.**
- 1300 m.
- **Mittlere Waldregion.**
- 975 m.
- **Untere Waldregion.**

22. Fritzsch 1895. Ortler Alpen. Über Höhengrenzen in den Ortler Alpen. Wiss. Veröff. d. Vereins f. Erdkunde zu Leipzig. Bd. II. 1895.
- Mittel nach Expositionen.
- NB. die Grenzlinien gehören je zu der darunter stehenden Bezeichnung.
- 2964 m. **Klimatische Schneegrenze (Firngrenze).** Max. S 3089 m. Min. N 2898 m.
- 2629 m. **Orographische Schneegrenze.** Max. S 2754 m. Min. N 2533 m.
- 2253 m. **Baumgrenze.**
- 2189 m. **Schäferhütten und Galtvieh-Alpen.**
- 2118 m. **Waldgrenze.** Max. SW 2159 m. Min. NO 2023 m.
- 1952 m. **Oberste Sennhütten.** Max. SW 2342 m. Min. N 1841 m.
- 1767 m. **Mähwiesengrenze.** Max. SW 2108 m. Min. N 1474 m
- 1390 m. **Getreidegrenze.**
- 1377 m. **Oberste dauernde Siedelungen.** Max. SW 1664 m. Min. N 1147 m.

23. Reishauer 1904. Stubaier Alpen. Höhengrenzen der Vegetation in den Stubaier Alpen u. in der Adamellogruppe. Wiss. Veröff. d. Vereins f. Erdkunde zu Leipzig. Bd. VI. 1904.
- 2579 m. **Grenze der Schafweide.** Max. S 2835 m. Min. NO 2570 m. Absol. Max. 3100 m.
- 2057 m. **Baumgrenze.** Max. S u. SW 2200 m. Min. N 2149 m. Absol. Max. 2320 m.
- 1900 m. **Waldgrenze.** Mittl. Max. 2081 m. Absol. Max. 2210 m. **Sennhüttengrenze** ebenda (1900 m.). Mittl. Max. 2065 m. Absol. Max. 2144 m.
- 1426 m. **Getreidegrenze.**
- 1366 m. **Grenze der ständig bewohnten Siedelungen.** Mittl. Max. 1590 m. Absol. Max. 1700 m.

24. Reishauer 1904. Adamellogruppe (siehe vorige Kolonne).
- 2354 m. **Grenze der Schafweide.** Absol. Max. 2940 m. Val Camonica.
- 2078 m. **Baumgrenze.** Mittl. Max. S 2267 m. Min. N 2162 m. Absol. Max. 2300 m. (Chiese.)
- 1867 m. **Waldgrenze.**
- 1771 m. **Oberste Sennhütten.** Absol. Max. 2128 m.
- 950 m. **Getreidegrenze.** Absol. Max. 1385 m.
- 871 m. **Grenze der ständig bewohnten Siedelungen.** Abs. Max. 1261 m.

25. Günther Beck 1890. Niederösterreichische Alpen. (Wiener Schneeberg!) Flora von Niederösterreich Bd. I.
- Bis zur Schneebergspitze 2075 m.
- **Alpenregion.** Mittlere Jahrestemperatur 0—2° C.; Niederschläge 83,4 cm. Vegetationsperiode 5—6 Monate (V—X oder IX), bis auf $3^1/_2$ Monate verkürzt. Hochalpenfloraformationen der Alpenmatten und der Felsenflora. Im unteren Teil (bis 2000 m Max.) eingestreute Legföhreninseln.
- 1860 m. Obere Krummholzgrenze (in dichtem Bestand).
- **Krummholzregion.** (Von der unteren Grenze der Legföhre bis zur oberen Grenze des Legföhrengebüschs.) Mittlere Jahrestemperatur 2—5° C. Niederschläge 128,1 cm. Vegetationsperiode 6—8 Monate (IV od. V bis XI). Voralpengewächse im Legföhrenwald.
- 1140—1630 m. Baumgrenze, scheidet d. untere Krummholzregion von d. oberen.
- 1140—1354 m. Untere Grenze der Legföhre.
- **Voralpenregion.** Mittl. Jahrestemp. 5—8°. — Niederschläge 80—159 cm. — Vegetationsperiode 8—9 Mon. (III u. IV bis XI). — Voralpengewächse herrschen. — Fichtenwald überwiegt; Buche u. Schwarzföhre nur an günstigen Stellen. — Bei 950 m oberste Grenze d. Kulturlandes.
- ? Untere Grenze gesellig auftretender Voralpengewächse.
- **Bergregion.** Mittl. Jahrestemp. 7—9° C. — Niederschläge 60—113 cm. — Vegetationsperiode 9 Monate (III—XI). — Baltische Florenelemente (Buche, Birke, Esche, Fichte, Tanne) — Hochmoore. — Kein Wein und kein Mais. — Viel Wiese und Wald.
- 800 m.
- **Region der Ebene und des Hügellandes.** Mittlere Jahrestemperatur 8,5—10° C. Niederschläge höchstens 60 cm. Vegetationsperiode 10 Monate (II—XI). Pannonische und baltische Floren-Elemente. (Pannonische Formationen: *Stipa*, *Dianthus serotinus*, *Prunus chamaecerasus*, *Cotinus*, *Quercus lanuginosa*, *Pinus nigra*). Kulturen: Weinrebe, Mais, *Sorghum*, edle Obstsorten.

5. Sendtner endlich legt seine Regionengrenze dorthin, wo die auffallendsten Veränderungen an der Gesamtflora sich finden, wo die meisten unteren und oberen Grenzen einzelner Arten zusammentreffen.

Die allgemeinst gültige Einteilung ist diejenige Schimpers, welche die Abhängigkeit der Vegetation von den mit der Höhe sich ändernden klimatischen Faktoren in ihren großen Zügen darstellt.

Wenn wir die Grenzen der Regionen dahin legen wollen, wo die stärkste Änderung in der Flora, im Artenbestand, stattfindet, so müssen wir nach der Sendtnerschen Methode verfahren. Sendtner hat auf zahllosen mühevollen Exkursionen für eine große Zahl der Arten die obere und untere Grenze bestimmt, und diese Zahlen graphisch aufgetragen. Es zeigte sich, daß die meisten Grenzen zusammenfallen mit der oberen Grenze des Weinstocks, der Buche und der Fichte, und so erscheint die Gruppierung in seiner Weise zu Laubwald-, Nadelwald- und Alpenregion die naturgemäßeste. Für manche Gegenden genügt auch die Darstellung in Kulturregion, Waldregion und Alpenregion.

Unsere Einteilung. Wir adoptieren die namentlich auch von Christ in seinem „Pflanzenleben der Schweiz“ aufgestellte Einteilung, wie folgt:

1. Die Kulturregion (Hügelregion, colline Region, untere Region), bis zur oberen Grenze des Weinstocks.

2. Die Region des Laubwaldes (Bergregion, montane Region) von der Grenze des Weinstocks bis zur Buchengrenze.

3. Die Region des Nadelwaldes (Coniferenregion, subalpine Region), von der oberen Grenze der Buche bis zur Baumgrenze; das „Waldgebirge“ Pencks.

4. Die alpine Region (die baumlose Region, das „Mattengebirge“ Pencks), von der Baumgrenze aufwärts bis zu den höchsten Gräten und Spitzen, so weit überhaupt ein schneefrei werdender Fleck sich findet.

Wir können diese alpine Region im weitesten Sinne gliedern, wie folgt:

a) Die eigentliche alpine Region, oder untere alpine Region, von der Baumgrenze bis zur unteren Grenze der perennierenden Schneeflecken. Sie zerfällt wieder in

α) den Strauchgürtel, bis zur oberen Grenze des Krummholzes und der Alpenerle (die infraalpine Formation Drudes);

β) den Wiesengürtel, von der oberen Grenze des Strauchgürtels bis zur oberen Grenze der zusammenhängenden Wiesenformation.

b) Die subnivale Region: Der Gürtel der perennierenden Schneeflecken und der vereinzelten Rasenflecken (Pionierrasen). Diese Region fällt zusammen mit dem Gürtel zwischen der orographischen und klimatischen Firngrenze Ratzels.

c) Die Nivalregion, von der klimatischen Schneegrenze aufwärts; das Schnee- und Eisgebirge Pencks.

§ 3. Verschiedene Höhenlage der Regionengrenzen in verschiedenen Teilen der Alpen.

Die Regionengrenzen sind, wie die Höhengrenzen überhaupt, weit davon entfernt, Horizontalkurven zu sein. Der Verlauf derselben wird von der Horizontalen abgelenkt durch eine Reihe von sekundären Faktoren: Massenerhebung, Exposition, Nähe von Gletschern, Windverhältnissen, Schneemasse; die absolute Höhenlage derselben Regionengrenze kann in verschiedenen Gegenden mehrere 100 von Metern betragen.

Während z. B. im Maderanertal im Kanton Uri schon bei 1172 m die unterste Stufe der Alpen ihre Weideflächen breitet, beschattet von Fichten (die Buche bleibt hier schon bei 800 m zurück!), sehen wir im Nicolaital im Wallis bei Visperterminen bis 1200 m noch den Weinstock seine Früchte reifen; ständig bewohnte Dörfer reichen hier bis 1620 m (Zermatt) und im benachbarten Eifischtal sogar bis 1936 m (Chandolin). Noch bei 2100 m reift der Sommerroggen seine Ähren beim Sommerdorf Findelen, neben der Alpenweide, auf einer Höhe, wo in den nördlichen Kalkalpen nur kurzrasige Alpenweiden oder zerrissene Felsgräte sich finden (Pilatusgipfel).

Es sind also die absoluten Höhenzahlen pflanzengeographisch von sehr verschiedenem Wert. Eine Pflanzenart, die die Region von 1600 bis 2100 m bewohnt, ist in Uri jedenfalls eine Alpenpflanze, im Wallis kann es ein Ackerunkraut sein!

Tabelle II gibt eine Übersicht über die Lage der Regionengrenzen in den verschiedenen Teilen der Schweiz.

§ 4. Die Regionen der Alpen nach ihren wirtschaftlichen Verhältnissen.

Beim Aufstieg aus der Ebene ins Gebirge ändert sich nicht nur die wilde Flora, es ändern sich auch die Kulturpflanzen, die Art der Bewirtschaftung und die Art der Besiedelung. Da die wirtschaftlichen Faktoren, die Maßnahmen des Menschen auf die Gesamtphysiognomie der Vegetation einen ganz einschneidenden Einfluß haben, ist ein Verständnis der alpinen Pflanzendecke ohne Kenntnis der Bewirtschaftung unmöglich.

Deshalb ist es gerechtfertigt, hier an die pflanzengeographische Betrachtung der Regionen ihre wirtschaftliche Charakterisierung anzuschliessen.

A) Es ändert sich: **Der landwirtschaftliche Gesamtcharakter der Regionen.** Schicken wir voraus, daß in der Schweiz der Futter-

Tabelle II. **Absolute Höhenlagen der Regionengrenzen in verschiedenen Teilen der Schweizeralpen.**

		Säntisgebiet nach Wartmann, Schlatter, Imhof und Jegerlehner	Nordschweiz überhaupt nach Christ, Imhof und Jegerlehner	Berner-Oberland nach Fischer, Imhof und Jegerlehner	Tessin nach Christ und Imhof	Wallis nach Christ, Imhof und Jegerlehner	Engadin nach Christ, Imhof und Jegerlehner
Alpine Region, oberhalb d. Baumgrenze	Nivalregion (Schneeregion) über d. Schneegrenze	über 2450 m	über 2500 bezw. 2600 m	über 2800 m bezw. 2900 m	über 2700 bezw. 2800 m	über 3000 m (Max. 3200 m)	über 2900 bezw. 3000 m
	Eigentl. alpine Region, v. d. Baumgrenze bis z. Schneegrenze	1650—2450 m	1800—2500 bezw. 2600 m	1880 / 1980 bis 2800 bezw. 2900 m	1960 / 2050 bis 2700 bezw. 2800 m	2150—3050 m (Max. 3200 m)	2275—2900 bezw. 3000 m
Supalpine Region (Coniferenregion, Nadelwaldregion), von d. Grenze d. Buche bis zur mittleren Baumgrenze		1300—1650 m Baum-Maxima: 1700—1800 m; Waldgrenze bis 1560 m (Minim. der Schweiz)	1350—1800 m Waldgrenze in d. Voralpen = 1650, Baumgrenze 1750 m (nach Imhof)	1300 bis 1880 m / 1980 m Max. d. Baumgrenze 1950 bis 2100, Waldgr. 1790—1900 m	1500 bis 1960 m / 2050 m Max. d. Baumgrenze 2100 bis 2200, Waldgr. 1870—1960 m	1263—2150 m Max. d. Baumgrenze 2000 bis 2400, Waldgr. 2160 m (1880—2270 m)	1200—2275 m Max. d. Baumgrenze 2300 bis 2400, Waldgr. 2150—2200 m
Montane Region (Laubwaldregion, Bergreg.), von der Grenze des Weinstocks bis zur Grenze der Buche		550—1300 m	550—1350 m	bis 1300 m	700—1500 m	800—1263 m von d. Weingrenze bis zum Nadelwald (Buche fehlt in Wallis)	bis 1200 m (Buche im Prättigau, im Engadin fehlt sie)
Colline Region (Kulturregion, Hügelregion) bis zur Grenze d. Weinstocks		bis 550 m	bis 550 m (Max. 700 m z. B. am Zürichsee)		bis 700 m (Kastanie bis 1000 m	bis 800 m (Max. 1210 m)	

bau als Grundlage der Viehhaltung und der Milchwirtschaft weitaus der wichtigste Zweig der landwirtschaftlichen Produktion ist: 68,4 $^0/_0$ des landwirtschaftlich benutzten Bodens ist Grasland, das Ackerland nimmt nur 28,5 $^0/_0$ ein. Neben dem Wald ist also das Grasland die herrschende Formation; oberhalb der Baumgrenze ist das Grasland die *einzige* landwirtschaftlich benutzte Vegetation.

B) Ferner ändern sich die **Eigentumsverhältnisse**: in den unteren Regionen ist das Privateigentum vorherrschend, im Gebirge, und besonders in der Region der Alpenweiden hat sich die ursprüngliche Form des Kollektiveigentums (Gemeindealpen, Korporationsalpen) in der Mehrzahl der Fälle erhalten.[1]

C) Drittens ändert sich die **Intensität des Betriebes**: sie nimmt nach oben ab, mit den zunehmenden Schwierigkeiten der Gebirgslage; die Alpwirtschaft ist ein durchaus extensiver Betrieb: sie wird auf ausgedehnten Flächen mit wenig Betriebskapital und wenigen Arbeitskräften betrieben.

D) Viertens ändern sich die **Feldsysteme**. Hier haben wir nach KRÄMER in der Schweiz folgende Abstufung von unten nach oben:

Rebbau Dauerwiesen (inkl. Baumgärten) Feldfutterbau mit Fruchtwechsel, mit Getreide und mit Zwischenkultur (Rüben)	Wiesland unter $^1/_2$ d. ganzen landw. benutzten Ackerlandes; **Feldwirtschaft**, soweit planmäßige Pflugbearbeitung möglich,
Mattland mit Obstkultur als Dauerwiese, daneben getrennt Ackerland (Getreide und Hackfrüchte) oder Feldgraswirtschaft (mehrere Jahre Gras, „ „ Acker) oder Dauerwiese mit wanderndem Ackerland	Wiesenland über $^1/_2$ d. landw. Bodens; kombinierte **Acker- und Wiesenwirtschaft**,
Weideland, wenig Matte, vereinzelte Ackerparzellen an günstigen Stellen	**Weidewirtschaft.**

---

[1]) Die Verhältnisse sind hier freilich ziemlich wechselnd. Nach der neuen schweizerischen Alpstatistik verhalten sich die verschiedenen Kantone wie folgt:

Appenzell Außerrhoden: von 100 Alpen sind 91 Privat-, 8 Genossenschafts-, 1 Gemeinde- und Staatsalpen.
„ Innerrhoden: von 168 Alpen sind 134 Privat-, 19 Genossenschafts-, 15 Gemeinde- und Staatsalpen.
St. Gallen: von 304 Alpen sind 138 Privat-, 152 Genossenschaftsalpen.
Kanton Glarus: von 87 Alpen sind 23 Privat-, 4 Genossenschafts-, 51 Gemeinde- und Staatsalpen (9 Gem.)
„ Uri: von 102 Alpen sind 20 Privat-, 82 Genossenschaftsalpen.
Unterwallis: von 319 Alpen sind 52 Privat-, 113 Genossenschafts-, 118 Gemeinde- und Staatsalpen (35 Gem.)

E) Endlich ändern sich die **Kulturpflanzen, Kulturflächen und Siedelungen** mit der Höhe.

Tabelle III gibt eine Übersicht über diese Verhältnisse von der Schweiz.

Schindler hat in verschiedenen Aufsätzen über die Ostalpen[1]) den Versuch gemacht, Kulturregionen im Gebirge zu unterscheiden. Er kommt zu folgendem Vorschlag.

1. Kultur- oder Getreideregion. Sie reicht bis zur Höhengrenze des Getreides, d. h. zu den obersten Lagen, wo dasselbe überhaupt noch als Körnerfrucht gebaut wird (nicht etwa nur für Gewinnung von Bettstroh, wie bei Unter-Gurgl bei 1786 m in den Oetztaler Alpen). Vielfach ist in diesen obersten Lagen der Ertrag unsicher. Schindler unterscheidet von dieser absoluten Höhengrenze die Kulturgrenze einer Getreideart, die obere Grenze des gesicherten Anbaus.

Schindler ist der Ansicht, daß die obere Grenze des Getreidebaues identisch sei mit den obersten ständigen Ansiedelungen, denn „Getreide und Kartoffeln versorgen den Bauer mit der täglichen Nahrung, die er, einem tief im Volkscharakter begründeten Streben folgend, auf eigenen Grund und Boden zu erzeugen bemüht ist. Er baut aber diese Gewächse, wo das Klima und der Boden dies eben noch erlauben. . . .“

Für die Schweizeralpen freilich trifft dieser Satz heute nicht mehr zu. Der Getreidebau im Gebirge ist meist weit unter seine frühere Grenze und weit unter die Besiedelungsgrenze zurückgegangen, aus dem einfachen Grunde, weil die Brodfrucht billiger bezogen als kultuiert werden kann. Man könnte Dutzende von Beispielen anführen dafür, daß jetzt noch in terassiertem Gelände und in Flurnamen deutliche Spuren von ehemaligem Ackerbau zu sehen sind, daß dieser auch durch mündliche Überlieferungen, durch Urkunden und Verträge bewiesen ist, während er jetzt verschwunden ist (Wildhaus in Toggenburg bei 1100 m nach Dr. Baumgartner, Cresta in Avers bei 1949 m, in Engadin vielfach, St. Antönien usw. usw.).[2])

Die Grenze des Ackerbaues ist also in historischer Zeit nachweisbar zurückgegangen: ein klares Beispiel einer „ökonomischen“ Grenze, die durch den „Rechenstift“ und nicht durch klimatische Faktoren bestimmt ist. Sie liegt heutzutage in den Schweizeralpen meist tiefer als die Siedelungsgrenze.

Schindler unterscheidet weiter:

2. Die Region der Alpwirtschaft, die untere vergänglichere Stufe der Gräser- und Kräuterflora, welche sich bis über die Waldgrenze hinaus erstreckt und dort noch große, alpwirtschaftlich benutzte Flächen einnimmt; ihre obere Grenze liegt ungefähr in der Höhenlage der obersten Alphütten.

In den Schweizeralpen greift freilich die untere Grenze dieser Region weit in die Getreideregion hinein. „Alpwirtschaftlich benützte“ Flächen, d. h. zur Viehsömmerung gebraucht und mit eigenem Betriebe mit Sennhütten, kommen z. B. im Vispertal, wo die Rebe bis 1210 m, der Roggen bis 2100 m gebaut wird,

---

[1]) Kulturregionen und Ackerbau in den Hohen Tauern. Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenverein XIX, 1888. — Kulturregionen und Kulturgrenzen in den Oetztaler Alpen, ebenda Bd. XXI, 1890. — Zur Kulturgeographie der Brennergegend, ebenda Bd. XXIV, 1893.

[2]) Vergl. namentlich auch: Schlatter, Die Einführung der Kulturpflanzen in den Kantonen St. Gallen und Appenzell. — Jahrbuch d. St. Gallen. naturf. Ges. 1891/92.

Tabelle III. Kulturpflanzen, Kulturflächen und Siedelungen in den verschiedenen Regionen der Schweizeralpen.

(Daten nach Heer, Christ, Krauer-Widmer, Stebler, H. Jaccard, Schellenberg und eigenen Beobachtungen.)

	Weinbau	Fruchtbäume	Graswirtschaft	Körnerfrüchte	Hackfrüchte und Handelsgewächse	Gemüse- und Küchenkräuter	Siedelungen und Gebäulichkeiten
Alpine Region			Alpweiden Heuberge Wildheuplanken „Einschläge“ bei den Sennhütten (d. h. eingefriedigte Fettwiesen)			Körbelrübe (*Anthriscus Cerefol.*) St. Bernhard 2478 m Salat, Schwarenbach 2088 m, St. Bernhard 2478 m, Zwiebeln, Schwarenbach 2088 m, Rettig, St. Bernhard 2478 m, Rübe (*Brassica Rapa*) St. Bernhard 2478 m	Höchste ständ. Winterwohn. (Juf 2133 m), Sommerdörfer (Findelen 2100 m), Sennhütten, (höchste Sennhütte 2665 m Alp de Lona i. Eringertal), Ställe, Heustadel, Madställe od. Gaden, Geissenställe und Figler[1])
Subalpine Region (Nadelwald-R.)		*Sorbus aucuparia* var. *dulcis* (Süße Vogelbeere) Maxima von Kirschbaum, Zwetschge und Apfel (siehe unten!)	Alpweiden Heimweiden Naturmatten Heuberge — Streuewiesen	Roggen: Wallis b. 2100 m (Findelen) Bünden b. 1900 m (Lü) Weizen: Wallis b. 2000 m Bünden b. 1400 m (Ardetz) Gerste: Bünden b. 1900 m Wallis b. 1750 m Hafer: Bünden b. 1400 m	Kartoffeln: Mittl. Grenze Nordschweiz 1650 m Engadin bis 1712 m Avers bis 1776 m (Campsut) Samnaun bis 1726 m Wallis bis 1900 m Rüben: (*Brassica Rapa*) Grimsel 1878 m St. Moritz 1856 m Cresta Avers 1949 m Flachs, Hanf u. Runkeln: Cröt (Avers) 1720 m	Wie oben, dazu noch: Kohlrabi Cresta 1949 m Erbsen „ 1949 m Saubohnen Simplon 2000 m Kopfkohl St. Moritz 1856 m Mürren 1772 m Kohlrabi Cresta 1949 m Mangold „ 1949 m Spinat „ 1949 m Carotten „ 1949 m Rettig „ 1949 m Schnittlauch „ 1949 m Knoblauch „ 1949 m Randen, Sellerie, Blumenkohl, Bodenkohlrabi, Petersilie, Lauch (*Allium Porrum*)	Höchste Alpendörfer: Cresta Avers 1949 m Chandolin, Eifisch 1936 m Lü im Münstertal 1918 m Arosa 1892 m St. Moritz 1866 m Pontresina 1898 m Sommerdörfer, Mayensäß, Sennhütten, Alpställe, Heustadel
Montane Region (Laubwald-R.)		Kirschbaum: Südh. d. Curf. b. 1300, Graubünd. 1400 (Max. 1797) Wallis bis 1650, Zwetschge (Wallis 1650), Apfel (1542 Lötschen, 1400 m Sent), Birne, Pflaume	Vorsaßweiden, Heimweiden, Naturmatten, Dauermatten i. Wechsel mit Körnerfrüchten und Hackfrüchten, Feldfutterbau tritt zurück (Luzerne z. B. bis 928 m bei Zillis, bis 1600 m im Wallis) — Streuewiesen	Weizen Spelz Emmer Einkorn Roggen Gerste Hafer	Kartoffeln Rüben Runkelrüben Flachs Hanf	Wie oben, dazu noch: Stangenbohnen Zwergbohnen Wirsing	Mayensäße Wintergüter Dörfer
Colline Region	Weinbau, bis zu folgenden Höhenquoten: Nordschweiz (n. Krauer—Widmer) St. Gallen bis 710 m (Pfäfers) Appenzell „ 650 m (Lutzenberg) Thurgau „ 650 m (Weinfelden) Schaffhausen „ 640 m (Lohn) Zürich „ 680 m (Meilen) Aargau „ 600 m (Ehrendingen) Graubünden „ 780 m (Tomils) Glarus „ 530 m (Schwanden) Bern „ 720 m (Thunersee) Luzern „ 580 m (Höhkirch) Baselland „ 620 m (Läufelfingen) Solothurn „ 580 m (Mariastein) Schwyz „ 540 m (Wollerau) Westschweiz Freiburg bis 560 m (Murtnersee) Genf „ 506 m (Chailly) Neuenburg „ 615 m (am See) Waad „ 700 m (Fenalet, Bex) Südschweiz Wallis bis 1210 m (Visperterminen) Tessin „ 942 m (Anzonico)	Alle Obstsorten: Nußbaum, Kastanie in Tessin, Wallis, Waad, Jurarand, See- u. Föhnzone, Rheintal; Olive i. Tessin, Mandel i. Tessin u. Wallis, Feige i. Tessin u. Wallis und an warmen Orten d. Nordschweiz	Naturmatten Kunstmatten Dauermatten Wechselmatten Feldfutterbau (Klee, Luzerne, Esparcette, Wicken, Mais) Moorhirse Heimweiden — Streuewiesen	Weizen Spelz Emmer Einkorn Roggen Gerste Hafer Mais bes. Tessin, Wallis und Rheintal; Buchweizen als Nachfrucht, Tessin und Bünden; Hirse ebenso i. Tessin (Reis wird i. Tessin reif!)	Kartoffeln Rüben Runkelrüben Zuckerrüben Flachs Hanf Tabak etc.	wie oben, dazu noch: Span. Pfeffer Kürbis Gurken Melonen Tomaten Artischoken Cardons Erdmandeln *Stachys tuberifera* Schwarzwurzeln	Städte Dörfer Einzelhöfe

[1]) Höchse Siedelungen anderswo:
Alpendörfer:
St. Véran a. Monte Viso 2009 m (2040?)
Gurgl (Oetztal. Alp) 1910 m
Vent (ebenda) 1810 m
Höchste Sennhütten:
Sierra Nevada Span. 2800 m
Gran Sasso d'Italia ca. 2800 m
Alp Ponton b. Aosta 2637 m
Ortler Alpen (Braulio) 2315 m
Stubaier Alpen 2144 m (Pfandler A.)
Adamellogruppe 2128 (Malga d. Boss)
Höchste Städte d. Erde:
Tibet
Lhassa 3566 m
Gartok 4600 m
Kloster Hanle 4610 m
Tok-Dschalung 4977 m (Zeltstadt)
Peru
Cuzko 3467 m
Cerro de Pasco 4352 m
Bolivia
Bergwerkskolonie am Cerro de Potosi 5000 m

schon bei 1250 m vor (Alp Baltschiedertal), und beginnen in den meisten Fällen schon bei 17—1800 m.

3. Die Region der Urweide, die letzte und höchste Stufe der Alpen, welche einer primitiven Bodenbenutzung überhaupt noch zugänglich ist . . . — sie bleibt sich selbst überlassen — und ist in ihren höchsten Teilen in der Regel nur von Schafen und Ziegen besucht. „Hier bricht sich an den öden Felswüsten der letzte leise Wellenschlag des Lebens, das aus der Tiefe emporstrebt!" (Fritzsch).

Formationsregionen. Neben den „Waldregionen" und „Kulturregionen" könnte man auch in der Aufeinanderfolge anderer Pflanzenformationen eine Regionengliederung nach den Linien des auffälligsten Wechsels versuchen. Es brauchen diese Linien keineswegs für alle Formationen zusammenzufallen.

Bei der Wiesenformation z. B. könnte man einteilen:

Für die gedüngten Mähewiesen: die Fromentalwiese (*Avena elatior*) bis zur Grenze des Weinbaus, die Straußgraswiese (*Agrostis vulgaris*) bis zum oberen Teil der Coniferenregion und die Romeyenwiese (*Poa alpina*) bis zur Schneeregion.

Für die magere trockene Wiese: die Burstmatte (*Bromus erectus*) bis zur oberen Grenze des Laubwaldes, der Horstseggenrasen (*Carex sempervirens*) bis zum oberen Teil der alpinen Region, Polsterseggenrasen (*Carex firma*) und Krummseggenrasen (*Carex curvula*) bis weit in die Schneeregion hinein.

In manchen Fällen könnte man Parallelreihen auf kalkreichen und kalkarmen Böden aufstellen.

Wieder andere Grenzen würden die daraufhin noch nicht geprüften Formationen der Schuttflora und Felsflora zeigen.

Sendtner hat, wie wir oben hörten, für die bayrischen Alpen die Aufgabe durchgeführt, von jeder einzelnen Art die obere und untere Grenze zu bestimmen; es wäre eine dankbare Aufgabe, in einem beschränkten Gebiete unserer Alpen einmal diese Aufgabe für die Bestandestypen zu lösen, d. h. für die durch eine bestimmte floristische Zusammensetzung charakterisierten Unterabteilungen der Formationen.

§ 5. Die Höhenstufen der Alpwirtschaft.

§§ 1. Natur und Bedeutung der Alpwirtschaft.

Die alpine Szenerie verdankt ihren Reiz nicht zum geringsten Teil der Poesie des Hirtenlebens, der Sennhütte und der weidenden Herde mit ihrem Glockengetön. Da findet der vielgeplagte, durch die Kompliziertheit des modernen Lebens gehetzte Ebenenmensch gleichsam noch ein Relikt aus der sonnigen Kinderzeit der Menschheit: das Nomadenleben, das innige Verwobensein mit der Existenz des Haustieres, die

Einfachheit der Hütten—Wohnung und der Geräte, das Kollektiveigentum und die Gastfreiheit. Wirtschaftlich sind die Alpen als ein Hilfsgebiet von der größten Bedeutung für die Bevölkerung, und pflanzengeographisch hat der Alpbetrieb auf die Vegetation einen ganz gewaltigen Einfluß. So ist für ein Verständnis alpiner Dinge ein flüchtiger Einblick in den Betrieb der Alpwirtschaft durchaus nötig.[1])

Unter „Alpwirtschaft" verstehen wir die wirtschaftliche Benutzung der „Alp". Diese ist ein im Gebirge meist oberhalb der Grenze der ständigen Wohnungen gelegener, größtenteils aus Viehweide bestehender Landkomplex. Er dient zur Sommerweide des Viehes, führt während der Weidezeit einen selbständigen Betrieb[2]) und enthält meist die dazu nötigen Gebäulichkeiten (Sennhütten und Ställe). Die Weidezeit dauert 3—4 Monate.

Diese „Alpen", d. h. die grünen, vom Vieh begangenen Gebirgsweiden sind es, die in erster Linie den Menschen interessierten, und von denen aus dann das ganze Gebirge benannt wurde. Jener Senn, welcher dem Botaniker Carl Naegeli auf seine Frage nach dem Namen einer Bergspitze antwortete, das wisse er nicht, die Älpler interessiere das Gebirge überhaupt nur, so weit das Vieh gehen könne, vertrat durchaus den Standpunkt unserer Vorväter. Oft genug verraten die Gipfelnamen deutlich ihre Herleitung von einer am Fuß gelegenen Alp. Was hat z. B. der herrliche schneeweiße Piz „Palü" in der Berninakette mit einem „Sumpf" zu tun? (Palü = palus = Sumpf.) Nur insofern, als er nach der am Fuß des Palügletschers liegenden sumpfigen Alp Palü benannt ist. Der Drusberg und das Drusentor im Rhaetikon haben mit Drusus nichts zu tun; Drus = Dros = Drosle heißt Alpenerle. Dieser Strauch kommt auf den kahlen Kalkklippen dieser gewaltigen Felsenmauer nicht vor, wohl aber massenhaft auf dem Bündnerschiefer der davor liegenden „Drusenalp".

Die Alpwirtschaft ist unstreitig einer der wichtigsten Zweige der Bodenproduktion in den Alpenländern. Das Areal der Alpweiden beträgt z. B. in der Schweiz ungefähr ein Drittel (36 %) des gesamten landwirtschaftlich benutzten Bodens und macht die Hälfte des gesamten Graslandes aus. Die Alpweiden bilden für einen großen Teil unserer Bevölkerung, namentlich in den Gebirgskantonen, eine der Grundlagen ihrer Existenz. Denn die Talwirtschaft vermag dort nicht genug Futter

---

[1]) Wer sich für die Alpwirtschaft näher interessiert, der findet den besten Aufschluß darüber in dem vorzüglichen, auf einem äußerst reichen selbst gesammelten Material beruhenden Buch von Dr. F. G. Stebler: Die Alp- und Weidewirtschaft. Berlin 1903.

[2]) Weiden, welche von den Talgütern aus betrieben werden, heißen Heimweiden und fallen nicht unter den eigentlichen Begriff der „Alp".

für das ganze Jahr zu produzieren; die Sommerweide ist eine absolute Notwendigkeit.

Die Vorteile, welche die Alpweide für Viehzucht und Molkereiwesen bietet, erhöhen die Exportfähigkeit der Produkte der Alpländer. Die ausgedehnte Weide, welche dem Vieh die freieste Bewegung in guter Luft gestattet, das kräftige, unübertroffene Alpenfutter, sind die besten Grundbedingungen einer ergiebigen Produktion trefflicher Milch und der kräftigen Entwicklung des Jungviehs. Diese Vorzüge sind an die gebirgige Natur der Alpenländer gebunden, kein Flachland kann hier konkurrieren.

Aber nicht nur dàs liebe Vieh gedeiht auf der Alp prächtig, sondern auch der Mensch, unsere Älpler. Das allsommerliche Älplerleben eines großen Teiles der Bevölkerung bedeutet einen gewaltigen Gewinn an Volkskraft! Welche Summe von Gesundheit, von Stärkung des einfachen Natursinns, des scharf beobachtenden gesunden Menschenverstandes wird alljährlich auf unseren Alpen von der Bevölkerung erworben![1]) Und wie wächst da oben im Kampfe mit den feindlichen Gewalten des Gebirges das Freiheitsgefühl, die Energie, wie stählt sich der Arm, wie weitet sich der Blick! Wie eng schließt sich da der Mensch an den Menschen, wie hilft der eine dem anderen, wie wird die Zusammengehörigkeit eine engere! Wahrlich, unsere Alpen sind eine nie versiegende Quelle an Volkskraft und Freiheitssinn, dort sind die Wurzeln unserer Stärke; von dort kann das verbrauchte Menschtum der Ebene immer wieder ersetzt werden. Darum pflegen und hegen wir unseren Bauernstand der Alpentäler!

§§ 2. Die relative Höhenfolge der alpwirtschaftlichen Stufen.

Die Alpwirtschaft ist naturgemäß kein für sich bestehender landwirtschaftlicher Betriebszweig, sondern sie schließt sich an die Talwirtschaft an; sie liefert nur die Sömmerung für das Vieh. Im Gebirge wandert im Laufe des Jahres der Sommer allmählich von unten nach oben, mit ihm der Graswuchs, und mit ihm das gesömmerte Weidevieh, mit Haltestationen in den verschiedenen Höhen. Bei der Talfahrt werden diese Stationen in umgekehrter Richtung durchlaufen, um das wieder nachgewachsene Gras abzuätzen.

---

[1]) In vielen Alpkantonen der Schweiz wird nur im Winter Schule gehalten, und die Kinder gehen im Sommer auf die Alp. Bündnerische Lehrer versicherten mir wiederholt, daß die Kinder da droben viel mehr lernen, als in einem Halbjahr auf der Schule. Welch ein Segen wäre eine solche „Sömmerung" für viele Stadtkinder! Wer weiß, vielleicht kommen wir noch dazu, für unsere vielgeplagten Mittel- und Hochschüler einen „Alpensommer" als obligatorische Nervenkur einzuführen. Das würde Wunder wirken!

Die Lage und Benützung dieser Stationen mag aus folgendem Schema ersehen werden:

Schema über die Höhenstufen der Alpwirtschaft:

Stationen des Betriebes	Benutzung derselben
Schafalp — Ziegenweide Alp { Oberstafel oder = Säß Mittelstafel „ „ Unterstafel „ „ }	Weidewirtschaft weitaus vorherrschend, 3—4 Monate im Sommer. Nur kleine Mattenkomplexe, d. h. Mähewiesen (Einschläge, Wildheuplätze). (In den „Heubergen“, deren Raub ins Tal geführt wird, erstreckt sich die Mattenwirtschaft des Tales bis hier herauf). Sennhütten und Ställe, nur während der Sömmerung benutzt.
Mayensäß (Vorsäß, Berg, Monti, Maggenghi im Tessin). Zwischenstation!	Weide- und Mattenwirtschaft gleichberechtigt, oder letztere etwas vorwiegend. Nur im Frühjahr auf der Alpfahrt und im Herbst bei der Talfahrt mit dem gesömmerten Vieh bezogen. Im Sommer auf denselben Flächen und auf Matten geheut. Sennhütten, Ställe und Wohnhäuser. — Im Winter wird das Heu an Ort und Stelle verfüttert (Vieh und Knechte meist bis Weihnachten hier bleibend).
Wintergut (Talgut, Heimet).	Mattenwirtschaft weitaus vorherrschend. Auf den Matten wird Frühlings- und Herbstweide oder auch längere Weide geübt. Seltener sind ständig beweidete Heimweiden. Wohnhäuser, Ställe, Scheunen — ständig bewohnt.

Graphisch dargestellt, spielt sich der nomadisierende Betrieb im Verlauf des Jahres folgendermaßen ab:

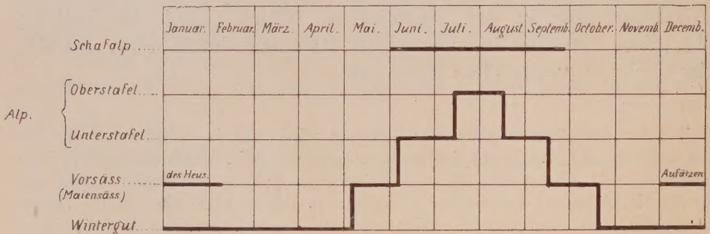


Fig. 1.

Schematische Darstellung des Verlaufs der Tal- und Alpwirtschaft im Laufe des Jahres.

Im einzelnen freilich finden sich mancherlei Abweichungen von dieser Norm. Häufig genug fehlt die Zwischenstufe, das Mayensäß, und das Vieh wird gleich auf die Alp getrieben. Die Heimweiden spielen mancherorts eine große Rolle und ersetzen vielfach die fehlenden Mayensäße, die wohltätige Übergangsstufe zwischen Alpweide und Stallfütterung, so besonders im Kanton Appenzell Innerrhoden, wo die „Heimweiden" ungefähr halb so viel Stöße („Kuhrechte") zählen als die Alpen.

Umkehrung der Normalfolge. Die relative Höhenlage wird in seltenen Fällen umgekehrt! Als Beispiel davon mögen die eigenartigen Betriebsverhältnisse der Gemeinde Chandolin im Eifischtal hier erläutert werden.

Das Eifischtal oder „Val d'Anniviers" ist ein südliches Seitental der Rhone, bei Siders ausmündend und von dem rauschenden Bergwasser der Navisence durchströmt.[1]) Die Bewohner des Tales, die Anniviarden, sind ein äußerst arbeitsames Völklein, das einen komplizierten und mühseligen Land- und Alpwirtschaftsbetrieb mit Zähigkeit und Ausdauer durchführt. Sie wohnen in ihren Bergdörfern bei 1300—1936 m; im Tal haben sie ihre Äcker und Matten; im Rhonetal unten bei Siders besitzen sie ausgedehntes Rebareal, und die Weide-

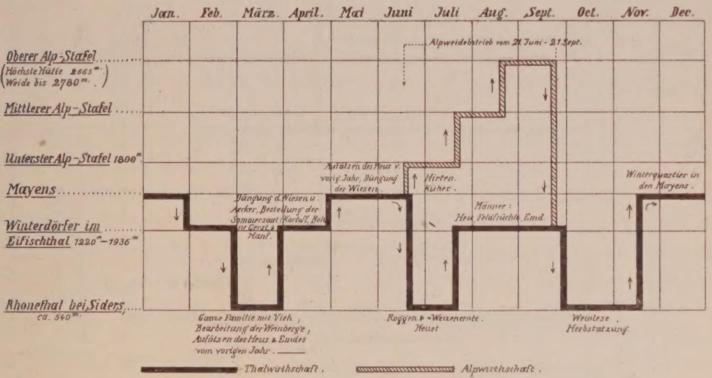


Fig. 2.

Das Wanderleben der Anniviarden (im Eifischtal, Kt. Wallis), graphisch dargestellt nach den Angaben von F. O. Wolf.

flächen erstrecken sich im Gebirge bis zu 2700 m! So bewegt sich ihr Betrieb im Laufe des Jahres zwischen 540 m und 2700 m und verlangt ein ständiges Nomadisieren. Schema Fig. 2 gibt nach J. O. Wolf eine Darstellung dieses Wanderlebens.

Eigenartig verändert ist dieses System in der höchstgelegenen Gemeinde des Tales, in Chandolin, bei 1936 m auf dem aussichtsreichen Abhang des

---

1) Vergl. J. Jegerlehner. Das Val d'Anniviers (Eivischtal), nebst einem Streifzug ins Val d'Hérens. Führer durch Landschaft, Geschichte, Volk und Sage eines Walliser Hochtales. Bern 1904.

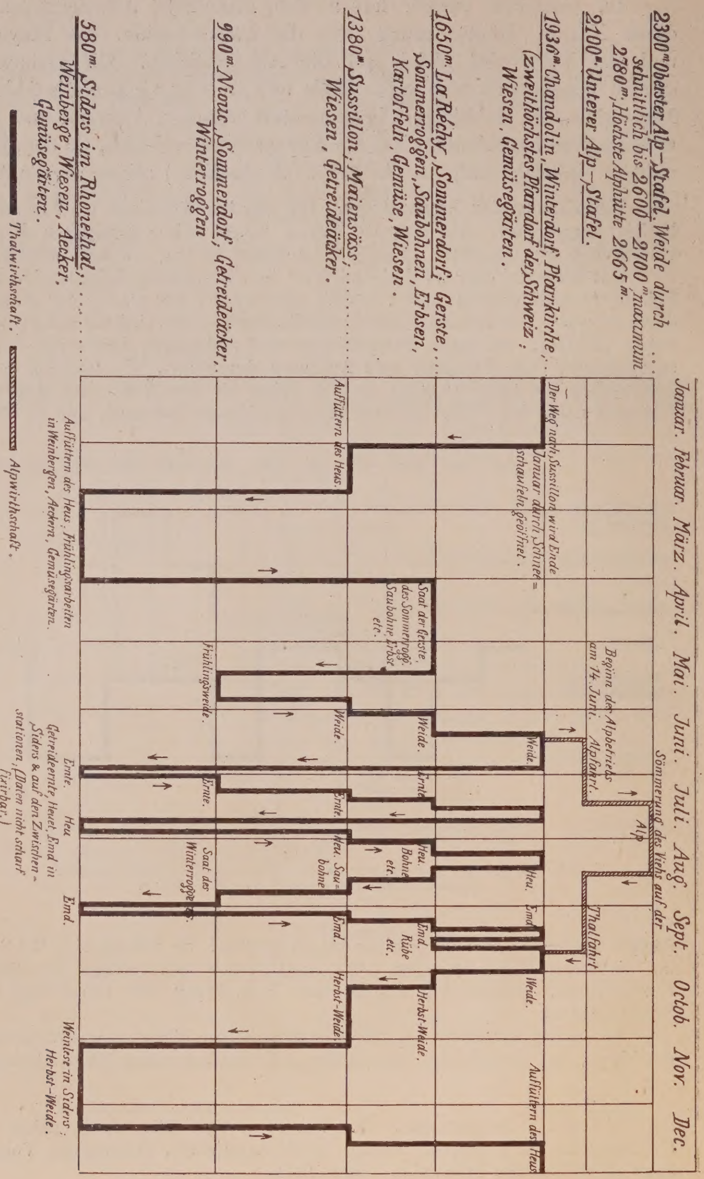


Fig. 3.

Das Wanderleben der Bewohner von Chandolin im Eifischtal, Kt. Wallis nach Chanoine Favre und Beobachtungen des Verfassers graphisch dargestellt.

Illhorns gelegen; es ist das zweithöchste Kirchdorf der Schweizeralpen. In langer Gasse drängen sich die von der glühenden Alpensonne schwarz gebrannten Holzhäuschen unter der stattlichen Kirche; über dem Dorfe erstreckt sich ein prächtiger Lärchen- und Arvenbestand bis zur nahen Baumgrenze und von da ziehen sich die Weiden bis zur Spitze des Illhorns.

Unter dem Dorfe liegen außer den Alpweiden seine sämtlichen Betriebsstufen, wie es aus dem Schema Fig. 3 zu ersehen ist. Auch das Mayensäß liegt unterhalb der Winterwohnung, also eine völlige Umkehrung der normalen Folge, die durch die abnorm hohe Lage des Dorfes hervorgerufen wird. Das Schema Fig. 3 zeigt, in welch komplizierter Weise der Wanderbetrieb der Chandoliner stattfindet. Nehmen wir noch dazu, daß der Weg von Siders nach Chandolin hinauf ein steiler, steiniger, 5 Stunden langer Fußpfad ist, so nötigt uns die körperliche Leistung, die in diesen Wanderungen liegt, hohe Achtung ab.

Zweites Kapitel.

Die Baumgrenze.

Eines der interessantesten Probleme der alpinen Region ist ihre Begrenzung nach unten, die Baumgrenze. Das ist eine der bedeutungsvollsten pflanzengeographischen Linien, die Trennung der Arctis und der Alpina von der übrigen Welt, die deutlichste Reaktion des Organischen auf allmählich abnehmende ökologische Faktoren.

Die Baumgrenze ist wie jede Höhenlinie der Ausdruck eines labilen Gleichgewichts, eines momentanen Stillstandes einer Bewegung. Wald, Wiese, Humusboden, kurz alles Organische zieht sich am Gebirge hinauf, dem Expansionsbestreben alles Lebenden folgend. Schnee, Firn, Eis, Felsboden ziehen sich am Gebirge hinab (Ratzel).[1]) Die oberen Grenzlinien des Lebens sind Summationswirkungen aller allgemeinen und örtlichen ökologischen Faktoren und schwanken mit diesen örtlich und zeitlich, oft in Jahrhunderte umfassenden Bewegungen. Die Waldgrenze ist wie das untere Gletscherende ein summierender Indikator für klimatische und mit diesen kombinierte Wirkungen „ein klimatischer Anzeiger, der feine Ablesungen gestattet“ (Richter).

Die Baumgrenze ist aber weit davon entfernt, eine rein klimatische Erscheinung zu sein, sie ist ein biologisches, ein Lebensphänomen. Rein klimatische Höhenlinien im Gebirge sind dagegen die Linie des frischgefallenen Schnees (entsprechend dem Verlauf der momentanen Isotherme von 0^0), die Linie des Rauhfrostes und die der Wolkenbänke (Ratzel). Die Waldgrenze aber ist in erster Linie bedingt durch die Baumart, welche

---

[1]) Ratzel, F. Über Höhengrenzen und Höhengürtel. Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins, Bd. XX 1889.

den Wald bildet: Die Fichte reagiert anders auf dieselben äußeren Bedingungen als z. B. die Arve.

Auch die Schneegrenze ist kein rein klimatologisches Phänomen: sie wird stark durch den Bau des Gebirges beeinflußt und zwar stärker als die Baumgrenze, „da es Formen gibt, die der Ansammlung von Schnee und der Gletscherbildung günstig oder ungünstig sind“ (Hochflächen und Hochmulden einerseits, senkrechte Wände und scharfe Gräte anderseits), während „Wald auf allen Bodenformen sich entwickeln kann, ausgenommen die nahezu senkrechten und glatten Felswände“ (Imhof).[1] Da außerdem die Waldgrenze auch vom Menschen stark beeinflußt wird, so ist der Parallelismus beider Grenzen kein absoluter, und man kann also nicht etwa ohne weiteres die Waldgrenze aus der Schneegrenze berechnen oder umgekehrt. In der Schweiz ist der Höhenunterschied im Mittel 850 m, schwankt aber von 700—1000 m (nach Imhof).

Sehr instruktiv ist zum raschen Überblick über die verschiedene Höhenlage der Waldgrenze und Schneegrenze in den Schweizeralpen die auf Seite 21 folgende, der Arbeit von Dr. Imhof entnommene graphische Darstellung (siehe Fig. 4).

Man vergleiche ferner die Kärtchen der Wald- und der Schneegrenze Tafel I und II. Für die freundliche Erlaubnis, sie hier reproduzieren zu dürfen, sage ich den beiden Autoren den besten Dank.

§ 1. Das Bild der Baumgrenze im weiteren Sinne.[2])

Die Baumgrenze ist keine Linie, sondern ein mehr oder weniger breiter Gürtel, in welchem das Baumleben allmählich ausklingt, vom geschlossenen Wald bis zum letzten Krüppel. „Es gibt in der Natur des Gebirges überhaupt keine Grenzlinien, sondern nur Grenz- und Übergangszonen“ (Fritzsch). Im einzelnen können wir unterscheiden:

1. Die Waldgrenze, die obere Grenze des geschlossenen Waldes, wo er sich in einzelne Horste aufzulösen beginnt. Drude (Vegetationsregionen der nördlichen Zentralkarpathen, Petermanns Mitteilungen 1894 S. 178) nennt diese Linie die „Hauptwaldgrenze“, „die wichtigste Linie am Gebirge, die Grenze des Waldes in selbsterhaltender organischer Kraft.“

---

[1]) Imhof, E. Die Waldgrenze in der Schweiz. Gerlands Beiträge zur Geophysik Bd. IV Heft 3. Leipzig 1900.

Jegerlehner, J. Die Schneegrenze in den Gletschergebieten der Schweiz. Ebenda, Bd. V Heft 3.

[2]) Es ist schwer, für den ganzen Gürtel einen gemeinschaftlichen Namen zu finden. „Holzgrenze“, wie Eblin will, trifft nicht die Sache, denn holzige Pflanzen gehen bis hoch in die alpine Region hinauf. Das Wesentliche ist: die Grenze von Pflanzenarten, welche normal als Bäume wachsen.

2. Die **Horstgrenze** (oder „Waldfleckengrenze", etwa der „Schneefleckengrenze" analog), die obere Grenze der vereinzelten Baumgruppen.

3. Die **Baumgrenze** (Hochstammgrenze) im engeren Sinne, die Verbindungslinie der obersten hochstämmig gewachsenen Exemplare, also der höchsten „Bäume" (DRUDES „höchste vorgeschobene Baumgruppen").

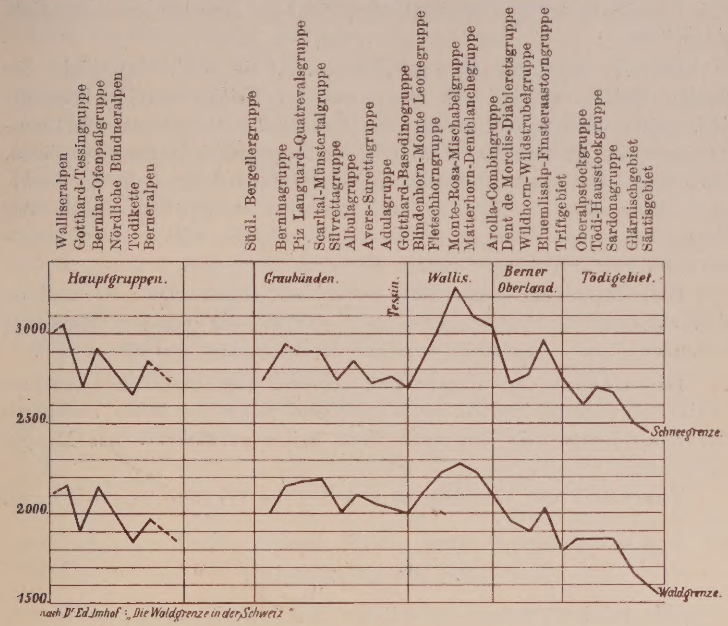


Fig. 4.

Durchschnittliche Höhenlage der Wald- und Schneegrenze in den Schweizeralpen. Am höchsten sind beide in den Gebieten größter Massenerhebung (Wallis, Engadin). Beide laufen einander ungefähr, aber nicht genau parallel; die Differenz schwankt zwischen 700 und 1000 m und beträgt im Mittel 850 m.

4. Die **Krüppelgrenze**: die obere Grenze der in reduzierten, verkrüppelten „Grotzen" auftretenden Exemplare derselben Baumart, welche weiter unten hochstämmig wächst, von DRUDE als „obere allgemeine Baumgrenze" bezeichnet.

Es erscheint mir nicht gerechtfertigt, hier, wie es z. B. IMHOF getan hat, auch noch wirkliche Sträucher herbeizuziehen, die von Natur aus und nicht bloß durch Verkümmerung strauchartig sind, wie die Legföhre, die Alpenerle und die Alpenrosen. Das sind Bestandteile der Alpenregion, die niemals baumartig werden können. Deren Grenze

ist als „Krummholzgrenze“ oder „Strauchgrenze“ etwas von der Baumgrenze wesentlich verschiedenes. Wieder etwas anderes ist die „absolute Holzgrenze“, d. h. die obere Grenze, welche überhaupt verholzende Gewächse erreichen (in den Alpen 3570 m, *Juniperus nana*).

Diesen leicht zu beobachtenden, durch das Waldbild charakterisierten Einzellinien des Grenzstreifens wären etwa noch folgende, auf die verschiedene Reaktion der Entwicklungsstadien des Baumlebens begründete anzuschließen:

Die Grenze der Samenreife, d. h. die Verbindungslinie der obersten Bäume, welche noch ihre Samen regelmäßig zu reifen imstande sind. Diese Grenze fällt nicht zusammen und braucht auch nicht notwendigerweise zusammenzufallen mit der Baumgrenze im engeren Sinne. Die Samen der obersten fruchttragenden Bäume können ja bei Fichte und Lärche durch den Wind, bei der Arve durch Vögel noch weit hinauf verschleppt werden, in Regionen, wo die Bäume wohl heranwachsen, aber nicht mehr Samen zu reifen vermögen.

Die Grenze der Samenreife ist schwer festzustellen; es müßten hierfür Jahrzehnte hindurch jeweilen die Zapfen der obersten überhaupt tragenden Bäume gesammelt und auf Keimfähigkeit geprüft werden.

Die Grenze des Jungwuchses oder der natürlichen Aussaat betrifft die obersten Stellen, auf denen noch der Same keimt und junge Exemplare liefert, die sich aber nicht weiter entwickeln, aus Mangel an Schutz.

Theoretisch von Interesse wäre ferner die Grenze des Blühens.

§ 2. **Die Kampfregion.**

Wie bei jeder Grenze müssen wir auch hier eine mittlere Grenze und eine Maximalgrenze unterscheiden. Die erstere bedeutet das Ende des normalen kräftigen Gedeihens, die letztere die äußersten Vorposten. Der Raum zwischen beiden ist der Gürtel, innerhalb dessen die Pflanze um ihre Existenz kämpft, bald zurückweicht, bald vordringt. Decandolle hat sie „zone contestée“ genannt; man könnte das etwa mit „Kampfzone“ übersetzen, resp. „Kampfregion“.

An der Baumgrenze entspricht der Gürtel von der Waldgrenze bis zur Krüppelgrenze diesem Gebiet des Kampfes. Matthieu (Le paturage en forêt, Besançon 1900 Seite 96) hat diese dünn bestockte Region als „Les boisées“ bezeichnet, was man etwa mit „Vorholz“ übersetzen könnte, abgekürzt aus Vorpostenholz.

Es ist von Interesse, zu beobachten, wie verschieden sich unsere drei Grenzbäume, die Fichte, die Lärche und die Arve bei ihrem Kampf mit den feindlichen Mächten des Gebirges verhalten! Die

plastische, schmiegsame Fichte zeigt die deutlichsten Spuren: erst wird sie spindeldürr, zur gespensterhaften „Walzenfichte“, dann verkürzt sie ihren Hauptstamm, breitet sich aus zum Busch, zum Strauch; in der Arktis wird sie sogar zum völlig kriechenden Rasenteppich, was in den Alpen bis jetzt nie beobachtet wurde. Die Lärche verhält sich ähnlich, nur etwas weniger nachgiebig. Die Arve aber „schreitet in stolzer ungebeugter Kraftgestalt bis an die Grenzen ihrer Gemarkung“; noch die letzten Vorposten recken mächtige Wipfel empor.

Die Breite des Kampfgürtels hängt von mancherlei Faktoren ab. Wo der Mensch von oben herab in den Wald hineinrodet, um Weide zu gewinnen, da verschwindet er völlig; die wirtschaftliche (durch den Menschen bedingte) Baumgrenze entbehrt des Vorgürtels; da bricht der Wald plötzlich ab. Auch wo steile Felswände, wo breite Schutthalden dem Walde sich entgegenstemmen, fehlen die Vorposten. Am mächtigsten entwickelt sind sie am gleichmäßig ansteigenden Hang, wo nur klimatische Schwierigkeiten Halt gebieten. Dr. Fankhauser hat neuerdings in einem sehr bemerkenswerten Aufsatz (Der oberste Baumwuchs, Schweiz. Zeitschrift für das Forstwesen. 52. Jahrg. Nr. 1, 1901) darauf hingewiesen, daß in stark dem Winde exponierten Lagen namentlich niederer Gebirge der geschlossene Wald plötzlich aufhört und jegliche Grenzzone fehlt. So in den Waldkarpathen an der Huzsla bei 1300 m, wo ein geschlossener Buchenkrüppelwald die Grenze bildet, auf den Vogesen bei 1200 m usw. Er betrachtet dieses Beibehalten des Schlusses bis zur Grenze als eine Anpassung an den Windschutz, während die Lichterstellung der Bäume der Grenzzone denselben durch bessere Bestrahlung des Bodens größere Wärme biete. — Imhof dagegen faßt jede Grenze ohne Grenzzone als eine künstliche auf.

Nach Imhof beträgt die Höhendistanz zwischen Waldgrenze und Baumgrenze in der Schweiz im Durchschnitt 80—100 m, die Krüppelgrenze liegt noch etwa 50 m höher.

Fritzsch (a. a. O., siehe Tabelle I) fand in den Ortleralpen die Höhendistanz zwischen Wald- und Baumgrenze im Mittel aller Expositionen zu 135 m, am größten (189 m) bei Nordwestlage, am geringsten (108 m) bei Westlage.

H. Reishauer konstatierte bei seinen umfassenden und sorgfältigen Studien über „Höhengrenzen der Vegetation in den Stubaier Alpen und in der Adamellogruppe“ [1]) einen Abstand zwischen Wald- und Baumgrenze im Mittel im ersteren Gebiet von 157 m, im letzteren sogar von 211 m. Den Unterschied führt Reishauer auf die orographisch-geologischen Verhältnisse zurück: die steileren, schwerer verwitterbaren humusärmeren Berge der Adamellogruppe beeinträchtigen die Entwicklung des Waldes, hindern aber die Einzelbäume nicht, hoch hinauf zu klettern.

---

[1]) Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, Bd. VI 1904.

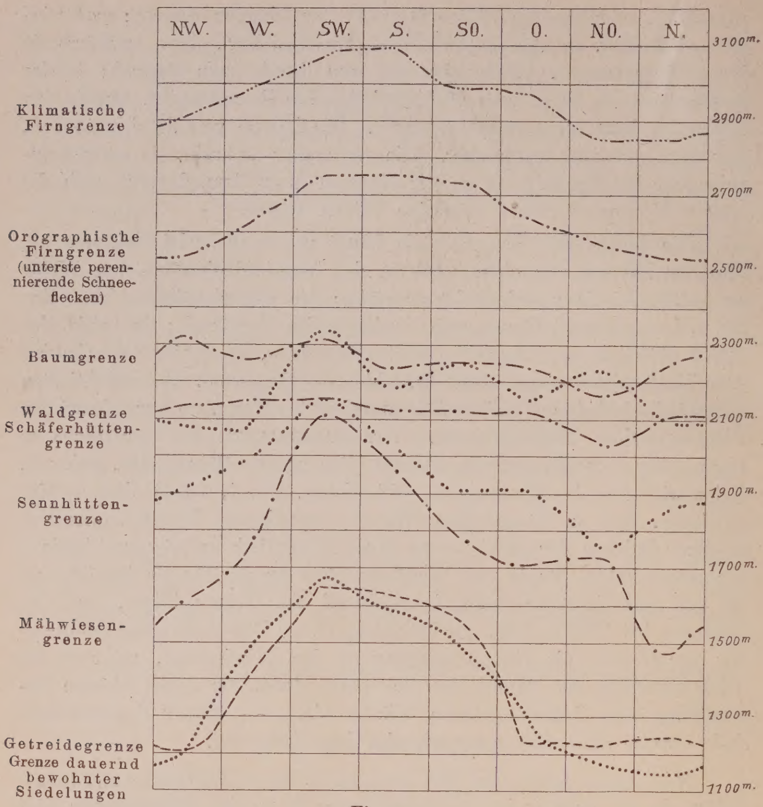


Fig. 5.

Höhengrenzen in den Ortleralpen nach Fritzsch.

Diese Doppelnatur der Höhengrenzen, wie sie sich in Wald- und Baumgrenze äußert, ist ein allgemeines Phänomen. Reishauer (l. c. S. 6) hat für die Grenzen der Siedelungen eine solche Trennung ausgeführt. Wir können etwa folgende Übersicht geben:

Gebiet	Hauptgrenze	Vorgeschobene Posten (Grenze d. „Kampfzone")
Ständig bewohnte Siedelungen	Grenze der Kulturregion (geschlossene Siedelungen)	Grenze d. Getreidebaues (Einzelhöfe)
Vorübergehend bewohnte Siedelungen	Höhengrenze der Sennhütten	Höhengrenze der Schäferhütten
Hochstämmige Holzgewächse	Waldgrenze	Baumgrenze

Untere Grenze der ständigen Schneebedeckung	klimatische Schneegrenze	Untere Grenze der perennierenden Schneeflecken (orographische Schneegrenze)

Den Verlauf aller dieser Grenzlinien (zu denen noch diejenige der Mähewiesen kommt) nach den verschiedenen Himmelslagen, aus zahlreichen Einzelbeobachtungen als Mittel konstruiert, zeigt für die Ortleralpen Fig. 5.

§ 3. Die Ursachen der Baumgrenze.

Nach den die Baumgrenze bedingenden, äußerst mannigfaltigen Ursachen können wir etwa folgende Formen derselben unterscheiden:

I. Hauptgruppe: **Natürliche** Grenzen, welche ohne Zutun des Menschen entstanden sind. Hierher gehören:

1. Untergruppe: **Klimatische Grenzen**, wo auf gleichmäßig ansteigendem Boden von gleichartiger Beschaffenheit rein klimatische Faktoren das Baumleben allmählich unmöglich machen. Solche Faktoren sind:

a) Die Abnahme der Temperatur;

b) Zu kurze Vegetationszeit.

Daß die Abnahme der Temperatur eine Hauptrolle spielt beim Auftreten der Waldgrenze, ist von vornherein klar. Aber es ist verfehlt, anzunehmen, daß ein so kompliziertes Phänomen einem einzigen Faktor proportional sei, also etwa der Lufttemperatur im Schatten. Wie man früher (Bouguer) den Fehler beging, die Schneegrenze als identisch mit der Frostgrenze anzunehmen, so hat man wiederholt den Versuch gemacht, die Waldgrenze aus den meteorologischen Elementen heraus zu berechnen. So sagt noch neuerdings Köppen in seiner sehr bemerkenswerten Abhandlung „Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt“ (in Hettners geogr. Zeitschrift 1900, Heft 11 u. 12): „Dort, wo der wärmste Monat eine Mitteltemperatur unter 10° C. hat, ist der Baumwuchs erfahrungsgemäß ausgeschlossen!“ Wir sind aber durch die Untersuchungen Middendorfs, Kihlmans und anderer belehrt worden, daß eine mindestens ebenso wichtige Rolle die Feuchtigkeits- und Windverhältnisse spielen. Nimmt man noch die direkten und indirekten Wirkungen der Terraingestaltung und diejenige der Insolation dazu, so ist einleuchtend, daß von einem Parallelismus der Juli-Isotherme von 10° (Lufttemperatur, im Schatten gemessen!) und der Baumgrenze im Gebirge nicht die Rede sein kann.

Folgende Tabelle zeigt dies sehr deutlich. Die meteorologischen Daten derselben verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Direktor Billwiller von der meteorologischen Zentralanstalt in Zürich; die

Zahlen entsprechen dem Zeitraum 1864—1900. Die Baumgrenzen wurden nach IMHOF eingesetzt (Grenze der höchsten Bäume, nicht des Waldes, da es sich ja um den Baumwuchs als solchen handelt). Die vermutliche mittlere Julitemperatur an der Baumgrenze wurde aus dem Höhenunterschied in der Weise berechnet, daß auf 100 m eine Abnahme von 0,65° angenommen wurde (nach BILLWILLER).

Meteor. Station	Höhenlage derselben	Julitemp. der Station	Baumgrenze des Gebietes	Julitemp. an der Baumgrenze	Mittl. Jahrestemp. an der Baumgrenze
Andermatt	1448 m	11,8° C.	1750 m (W.)	9,84° C.	1,2° C.
Splügen	1471 „	13° „	2040 „	9,4° „	0,3° „
Davos-Platz	1560 „	12,2° „	2100 „	8,75° „	0,1° „
Monte Generoso	1610 „	13,5° „	1300 „	15,4° „	6,1° „
Zermatt	1613 „	12,5° „	2350 „	7,75° „	−0,6° „
Rigikulm	1787 „	10° „	1780 „	10° „	2,1° „
Sils (Engadin)	1811 „	11,3° „	2250 „	8,5° „	−0,5° „
Arosa	1835 „	11° „	2000 „	9,9° „	2,0° „
Grimsel	1874 „	10,1° „	2050 „	9° „	0,5° „
Bernhardin	2063 „	9,0° „	2040 „	9° „	0,3° „
Pilatus	2067 „	8,2° „	1780 „	10° „	1,7° „
Gotthardhospiz	2100 „	8,1° „	1900 „ (W.)	9,4° „	0,4° „
Julier	2237 „	8,5° „	2250 „	8,5° „	0,7° „
St. Bernhard	2478 „	6,9° „	1880 „	10,7° „	1,6° „
Sentis	2500 „	5,1° „	1650 „	10,7° „	1,7° „

Im großen ganzen allerdings sehen wir an der Baumgrenze die Juli-Isotherme sich um 10° herum bewegen; viel tiefer aber (bei 7,75° C.) liegt sie oberhalb Zermatt, und erheblich tiefer im Engadin (Julier und ob Sils bei 8,5° C.) und ob Davos (8,75° C.). Es sind also unsere großen Massenerhebungen, welche die Bäume weit über die gewöhnliche Temperaturgrenze, gemessen an der Luft im Schatten, hinausgehen lassen.

Die Vermutung liegt nahe, daß hier die gewaltig gesteigerte Besonnung ersetzend eingreift; muß sie doch bei der notorischen Trockenheit dieser Gebiete besonders wirksam sein. Umgekehrt bleibt am Generoso die Baumgrenze bei einer viel größeren Juliwärme (15,4° C.) schon zurück. Hier ist nicht etwa eine künstliche, durch Menschenhand verursachte Depression der Grenze daran schuld; Dr. BETTELINI zeigt in einer demnächst erscheinenden Monographie des Gebietes, daß die Grenze hier eine natürliche ist. Es mögen bei der steilen, klippigen Beschaffenheit der oberen Partien des schönen Berges hier eher orographische Grenzen sein.

An der arktischen Baumgrenze liegen die Dinge weit einfacher; hier greifen die mannigfaltigen Einflüsse der Gebirgslage nicht so störend ein, und deshalb ist der Parallelismus zwischen Baumgrenze und Juli-Isotherme von 10^0 hier ein ganz auffallender.[1])

c) Spätfröste bei mangelndem Schneeschutz.

d) Starke Windwirkung; dieser in früherer Zeit unterschätzte Faktor ist durch Kihlmann und Schimper als einer der wichtigsten erkannt worden. Nicht bloß durch seine mechanische, sondern namentlich durch seine austrocknende Wirkung, die im Winter besonders gefährlich und durch die Luftverdünnung in der alpinen Region noch gesteigert wird, ist er dem Baumleben feindlich. So hat Imhof nachgewiesen, daß in den sturmreichen Quertälern am Nordabfall der Alpen (Nordwind und Föhn) die Baumgrenze erheblich herabgedrückt wird (siehe die Karte Tafel I).

e) Die Form der Niederschläge. — Schimper sagt (Pflanzengeographie S. 739): „Im unteren Gürtel der alpinen Region sind die Niederschläge weniger reichlich als in den beiden unteren Regionen und nehmen nicht die Form ergiebiger lange dauernder Gußregen an, sondern, wegen der geringeren Kapazität der verdünnten Luft für Wasserdampf, diejenige leichter, kurz dauernder, aber häufig oberflächlich nässender Sprühregen. Dadurch erhält das Klima hier mehr den Charakter eines ‚Grasflurklimas‘.

Diese klimatischen Elemente werden indirekt in ihrer Wirkung gesteigert oder gemildert durch

f) orographische Momente.

α) In großen Massenerhebungen sind alle Grenzen nach oben verschoben. Die beiden größten Massenerhebungen der Schweiz, das Wallis und das Engadin, zeigen denn auch im Maximum, verglichen mit den Voralpen, eine um 800 m höher liegende Waldgrenze (tiefstliegende Waldgrenze der Schweiz im Sentisgebiet 1530 m, höchstliegende im Monte Rosa-Gebiet 2330 m). Sehr klar tritt diese die Grenzen nach oben verschiebende Wirkung der Massenerhebung in den beiden Karten (Tafel I und II) hervor, auf denen die Verbindungslinien der Orte mit gleich hoch liegenden Waldgrenzen („Waldisohypsen“ oder

---

[1]) Vergl. die Karte Tafel I von Gunnar Andersson: Zur Pflanzengeographie der Arktis (Hettners geogr. Zeitschrift Nr. 8 1902). — Nach den Untersuchungen von A. de Quervain über die Hebung der Isothermenflächen in den Massenerhebungen der Schweizeralpen (siehe weiter unten) scheint ein anderes Temperaturmaß mit der Waldgrenze parallel zu gehen. de Q. fand, daß im ganzen Gebiet die mittleren monatlichen Mittagstemperaturen (gemessen um 1 Uhr) an der Waldgrenze dieselben sind! Da in dieser Temperatur die Besonnung stärker zum Ausdruck kommt, als im Tagesmittel, erscheint ein schärferer Parallelismus allerdings wahrscheinlich.

„Isohylen“ nach A. de Quervain) nach Imhof und mit gleich hoch liegenden Schneegrenzen (Isochionen) nach Jegerlehner eingetragen sind.

Die Karte von Imhof über die Waldgrenzen (Tafel I) ist folgendermaßen zustande gekommen: Es wurde auf der topographischen Karte der Schweiz (sog. Siegfried-Atlas, im Maßstab von 1:25 000 im Gebirge) die Waldgrenze genau verfolgt, und die Höhe aller obersten Waldvorkommnisse nach Tälern geordnet, notiert mit Angabe der Talseite, der Standorte, der Exposition, der Waldform usw. In reich bewaldeten Gegenden wurden die Zahlen etwa in Abständen von $^1/_2$ bis 1 km genommen, in schwach bewaldeten natürlich in größeren Abständen; dabei wurden Stellen, wo ersichtlich der Wald infolge tief herabreichender Felsen, Schutthalden, Weiden oder Matten seine klimatische Grenze offenbar nicht erreichte, ausdrücklich ausgeschieden.

Die so erhaltenen ca. 3000 Zahlen wurden verglichen mit den Resultaten anderer Untersuchungen: Berichte der Förster und Topographen, eigener Beobachtungen und der Literatur. Dann wurden die Resultate in die Karte eingetragen und so die Waldisohypsen konstruiert.

Diese vorwiegend kartographische Methode hat den großen Vorteil der Vollständigkeit, Genauigkeit und Gleichwertigkeit der Beobachtungen, und ist also wohl geeignet, die großen Gesetzmäßigkeiten im Verlauf der Waldgrenze hervortreten zu lassen.

Gegenüber der Methode der Einzelbeobachtung hat sie dagegen den Nachteil, daß wir aus der Karte über Art und Zustand der Bäume nichts erfahren, daß die Beurteilung, ob eine natürliche oder wirtschaftliche Grenze vorliegt, erschwert ist, und daß auf der Karte (wie Imhof selbst Seite 264 für das Tessin angibt) von den Topographen vielfach auch der Buschwald als Wald verzeichnet wurde.

Es möge ausdrücklich noch einmal hervorgehoben werden, daß die Imhofschen Zahlen und Kurven sich auf die Wald- und nicht auf die Baumgrenze beziehen. Die letztere muß im Mittel ca. 100 m höher angesetzt werden.

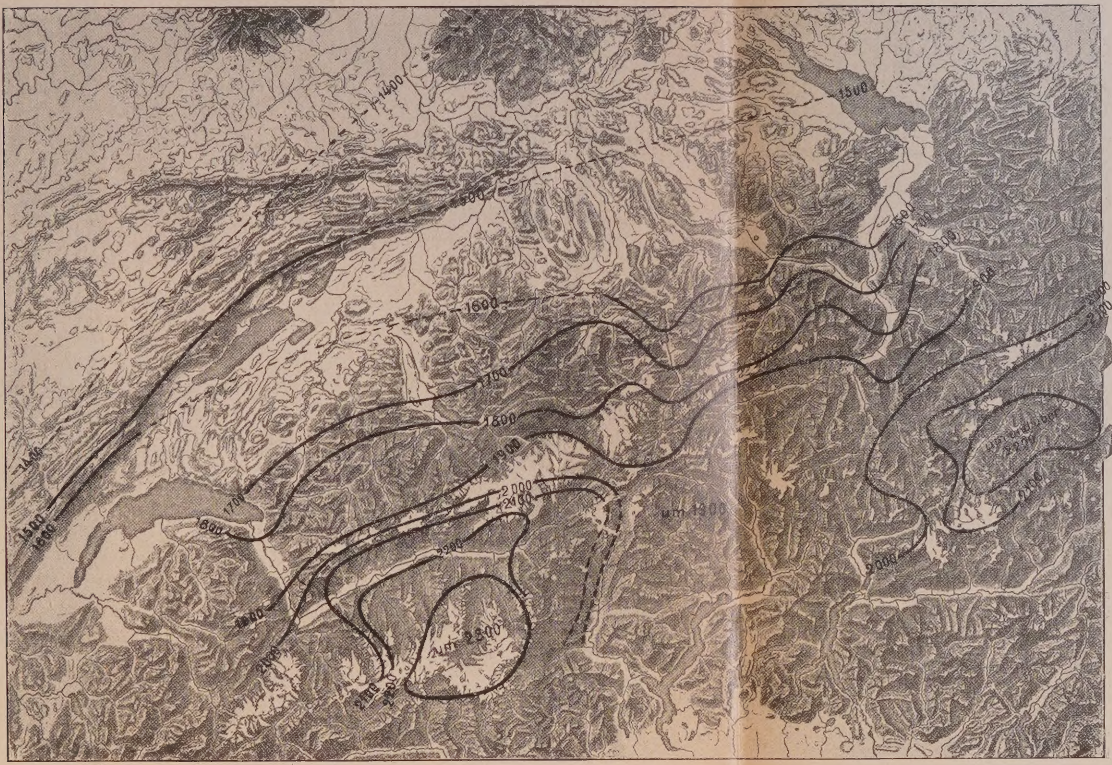
Die Mittelzahlen für die Waldgrenze der wichtigsten Gebiete sind folgende:

Wallis		2150 m	Südliche Hochalpen 2060 m
Engadin	2150	2050 m	
Nordbünden	1950		
Tessin		1920 m	
Berner Oberland		1830 m	Nördliche Hochalpen 1800 m
Unterwalden	1770	1760 m	
Uri	1780		
Glarus	1700		
St. Gall. Oberl.	1790		
Freiburger Voralpen	1700	1680 m	Voralpen 1640 m
Emmentaler ,,	1660		
Schwyzer ,,	1600	1600 m	
Toggenburger ,,	1600		

Hochalpen überhaupt . . . . 1950 m
Schweizeralpen insgesamt . . . . 1900 m

Absolutes Maximum 2330 m, auf der rechten Seite des Saastals
Maximum im Engadiner Gebiet 2280 m (Münsteralpen)
Absolutes Minimum 1530 m am Säntis (NE- und SE-Exposition)

(Verkleinerte Wiedergabe aus IMHOF, Die Waldgrenze in der Schweiz.)



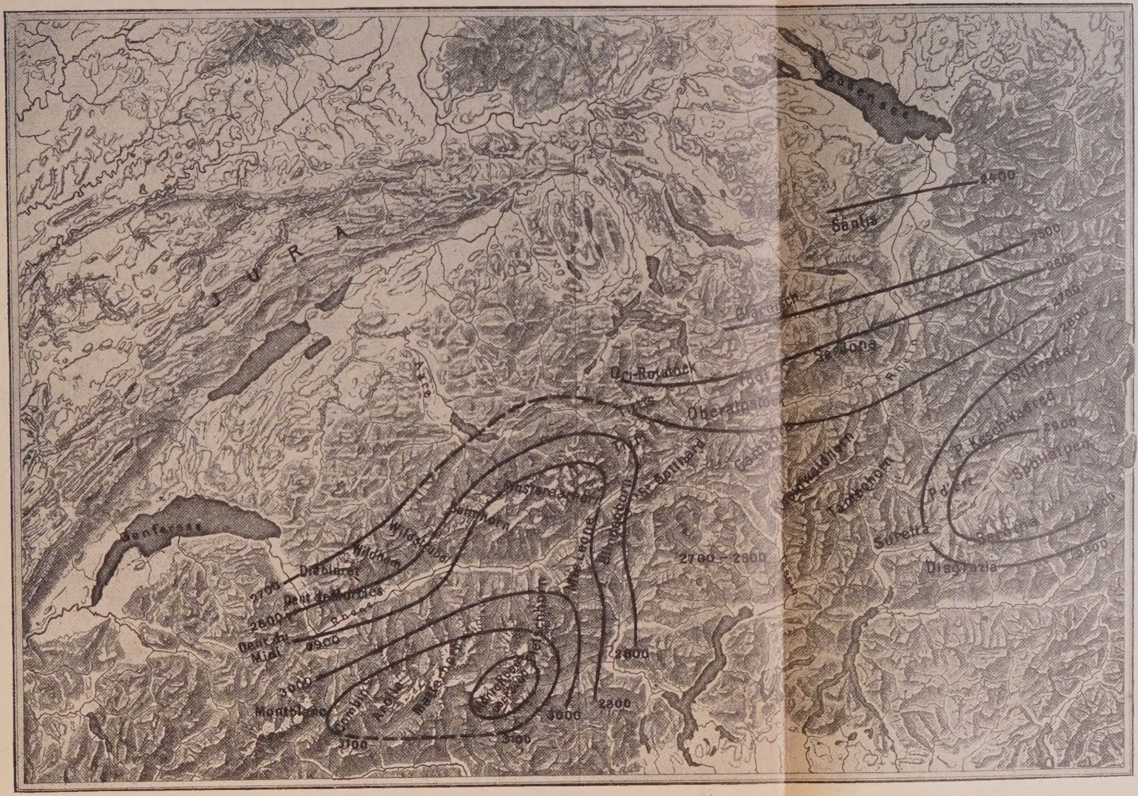
Gelände von R. LEUZINGER.

Die Waldisohypsen in der Schweiz,

nach IMHOF.

Die Kurven sind die Verbindungslinien derjenigen Orte, welche eine gleiche Höhenlage der Waldgrenze zeigen. Die Zahlen bedeuten die Höhe der Waldgrenze in Metern. Man sieht, wie die Waldgrenze von den äußeren Ketten nach den inneren ansteigt und in den beiden Gebieten größter Massenerhebung, dem Monterosa-Weißhorn-Gebiet (mit 2300 m) und im Engadin-Münstertal (mit 2200 m und darüber) ihre größte Höhe erreicht.

(Verkleinerte Wiedergabe aus JEGERLEHNER, Die Schneegrenze in den Gletschergebieten der Schweiz.)



Gelände von R. LEUZINGER.

Die Linien gleicher Höhenlage der klimatischen Schneegrenze (Isochionen) in der Schweiz,

nach JEGERLEHNER.

Als „klimatische Schneegrenze" bezeichnet RATZEL diejenige theoretische, nur von den klimatischen Faktoren abhängige Grenzlinie, bis zu welcher die Sommerwärme auf einer horizontalen Fläche gerade ausreicht, den Schnee zu schmelzen. Sie liegt beträchtlich höher als die „orographische Schneegrenze", d. h. die untere Grenze der Firnfleckenregion.

Die Karte zeigt deutlich die Hebung der Schneegrenze gegen die Massenerhebungen der Monterosa- und Engadiner Alpen, und im Vergleich mit Tafel I den Parallelismus von Wald- und Schneegrenze.

Bei Bestimmung der Schneegrenze hat JEGERLEHNER (a. a. O.) vorzugsweise die von KUROWSKI eingeführte orographische Methode benutzt, wonach die klimatische Schneegrenze der mittleren Höhe der Gletscher entspricht, welche man auf planimetrischem Wege auf der Karte ermitteln kann. Die Resultate wurden nach der BRÜCKNERschen „Gipfelmethode“ kontrolliert, die sich auf das Vorkommen bezw. Fehlen kleiner Gletscher stützt. Gipfel, die trotz geeigneter Gestaltung ihrer Hänge den Gletscher entbehren, müssen unterhalb der Schneegrenze gelegen sein, oder nur unbedeutend über dieselbe emporragen; ihre Höhe gibt also eine untere Grenze für die Höhe der Firngrenze. Wenn nun andere, höhere Gipfel Gletscher tragen, so müssen die obersten Teile dieser Gipfel über der Schneegrenze aufragen: ihre Höhe gibt also einen oberen Grenzwert für die Lage der Schneegrenze. — Die nach diesen beiden Methoden ermittelten klimatischen Schneegrenzen sind in der Weise kartographisch dargestellt, daß die Kurven (Isochionen genannt) die Orte mit gleich hoch liegenden Schneegrenzen miteinander verbinden. Der Parallelismus mit den Linien gleicher Waldgrenze ist auf den ersten Blick ersichtlich (siehe Tafel II).

Es mögen auch hier die hauptsächlichsten Zahlen herausgehoben sein:

Nördlich vorgeschobene Gletschergebiete der Kalkalpen:		Hochalpen nördlich des Rhone-Rhein-Längstals:	
Titlisgruppe	2610 m	Diableretsgruppe	2740 m
Urirotstockgruppe	2560 m	Finteraarhorngruppe	2950 m
Glärnischgruppe	2500 m	Tödigruppe	2710 m
Säntisgruppe	**2450** m	Sardonagruppe	2630 m

Südlicher Hochalpenzug (südlich von dem Rhone-Rhein-Längstal):

Wallis u. Tessin:		Bünden:	
Matterhorngruppe	3100 m	Surettagruppe	2760 m
Monterosagruppe	**3200** m	Silvrettagruppe	2900 m
Gotthardgruppe	2700 m	Berninagruppe	2960 m
		Spöllalpen	**3000** m

Die Differenz zwischen den tiefstliegenden und höchstliegenden Grenzen beträgt auch hier ca. 800 m; nehmen wir die Durchschnitte, so können wir sagen: das Ansteigen der Wald- und Schneegrenzen von den Randketten bis zu den größten Erhebungen des Gebirges gemessen in der Richtung senkrecht zum Gebirgsstreifen beträgt übereinstimmend je ungefähr 600 m.

Die Untersuchungen von RICHTER in Graz über die Schneegrenze

in den Ostalpen[1]) haben dieses übrigens von Pflanzengeographen längst konstatierte Gesetz schon anno 1888 zahlengemäß und kartographisch darstellbar bestätigt. Aus Tafel III, dem trefflichem Buche Richters entnommen, geht schlagend hervor, daß das vielfach vorausgesetzte Ansteigen der Schneegrenze in den Alpen von West nach Ost nicht bestehe; an seine Stelle tritt ein anderer Satz, nämlich der, „daß auch stark gegliederte und von tiefen Tälern zerschnittene Gebirge wie die Alpen in Beziehung auf die Schneegrenze wie Hochebenen wirken, nämlich ein Ansteigen der Grenze nach innen veranlassen."

Einer der Faktoren, der die Hebung der Schneelinie bewirkt, ist zweifellos die Temperatur. Es hat neuerdings A. de Quervain den zahlenmäßigen Nachweis geleistet, daß auch die Isothermenflächen gegen die höheren Zentralketten hin eine Hebung zeigen, die 700—800 m beträgt,[2]) also ganz ähnlich wie die Wald- und Schneegrenzen. Der Raum verbietet uns ein näheres Eingehen auf die interessante Schrift; nur sei als interessantes Resultat noch einmal das erwähnt, daß „an der Waldgrenze die Mittagstemperaturen in Monatsmitteln im ganzen Gebiet dieselben sind (Febr. —2°, März —0,5°, April 3,5°, Mai 6,5°, Juni 10,5°, Juli 13,2°, Aug. 13°, Sept. 10,5°, Okt. 6°, Nov. 2,5°).

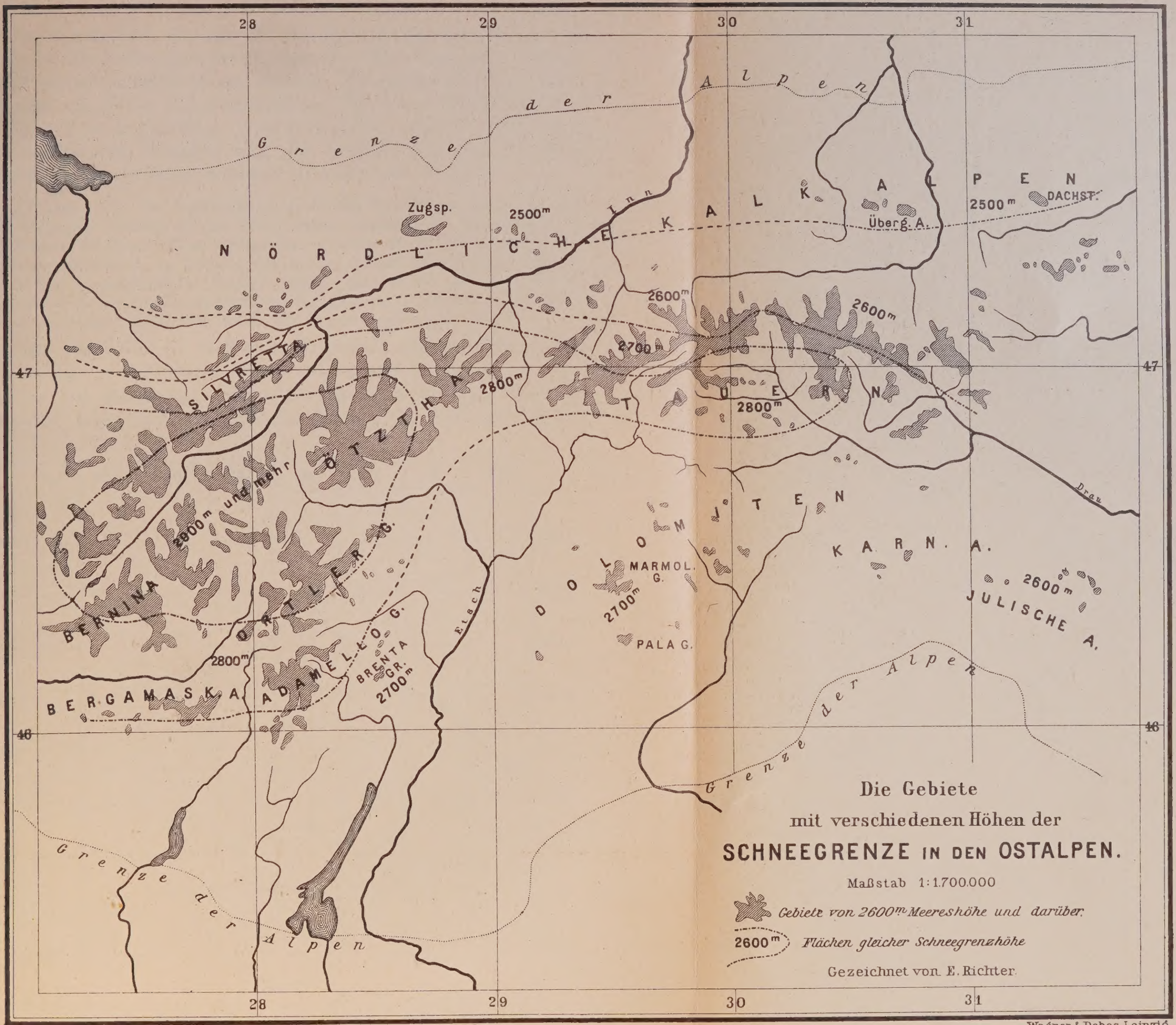
β) Die Himmelslage (Exposition) erzeugt Differenzen von über 100 m.

Folgende Tabelle gibt das Mittel der Waldgrenze in verschiedenen Gebieten nach Expositionen:

	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	Diff. zwischen Max. u. Min.
Schweizer Alpen (Imhof)	1940	1975	**2015**	1980	1960	1930	**1910**	1920	SW—NE = 105m
Ortler Alpen (Fritzsch)	2120	2131	**2159**	2154	2134	2100	**2023**	2120	SW—NE = 136m
Stubaier Alpen (Reishauer)	1857	1842	1970	1974	**2079**	**1805**	1859	1815	NW—N = 274m
Adamellogruppe (Reishauer)	1854	**1912**	1841	**1807**	1890	1873	1911	1847	S—W = 105m

[1]) Richter, E. Die Gletscher der Ostalpen. Handbücher zur deutschen Landes- und Volkskunde, III. Band. Stuttgart 1888. — Ich verdanke Herrn Professor E. Richter-Graz auch an diesem Ort bestens die freundliche Erlaubnis, seine Karte reproduzieren zu dürfen.

[2]) A. de Quervain. Die Hebung der atmosphärischen Isothermen in den Schweizeralpen und ihre Beziehung zu den Höhengrenzen. Gerlands Beiträge zur Geophysik Bd. VI Kap. 4 1903. — Diese Arbeit ist, wie diejenige von Imhof, Jegerlehner, Kurowski, Zeller u. a. im geographischen Institut der Berner Universität entstanden, das unter Leitung von Professor Brückner steht.



Geograph. Anstalt von Wagner & Debes, Leipzig

Die Schneegrenze in den Ostalpen,
nach Richter.

Im Durchschnitt ist also in der Schweiz die Südwestlage die günstigste, die Nordostlage die ungünstigste. Die Waldgrenze liegt an ersterer ca. 100 m höher als an letzterer. Die nächst günstigen Lagen sind dann die West- und Südexposition, die nächst ungünstigen die Ost- und Nordostexposition. Analog verhalten sich die Ortleralpen. Die abweichenden Resultate aus den Stubaier- und Adamelloalpen erklären sich durch lokale Einflüsse (s. Reishauer S. 94).

Es kann eben die Begünstigung durch die Exposition aufgehoben und in ihr Gegenteil verkehrt werden durch andere Einflüsse: in Wallis zeigt die Schattenseite des Tales höhere Waldgrenze, weil sie an der größeren Massenerhebung teilnimmt; in anderen Tälern ist auf der sonnigen Südseite der wirtschaftliche waldfeindliche Einfluß größer; oder es ist auf der günstiger exponirten Seite das Gestein ungünstiger: der schwerer verwitterbare, schroffere Formen erzeugende Kalkboden drückt die Grenze orographisch herab.

Sehr schön tritt der Einfluß der Exposition auf die Höhengrenzen in folgenden zwei Schemata hervor (Fig. 6 und 7), welche der Abhandlung von Reishauer entnommen sind. Die höchsten Baumvorkommnisse folgen hier viel deutlicher klimatischen Einflüssen als die

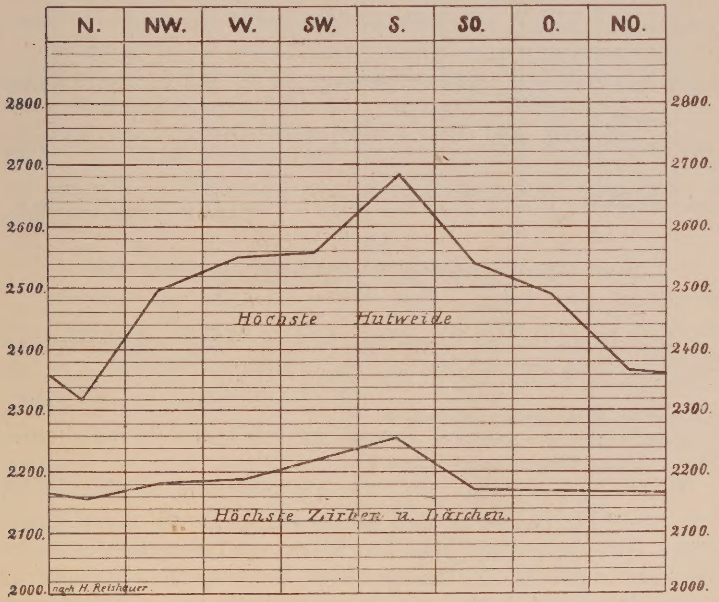


Fig. 6.

Höchste Weideplätze und höchste Baumvorkommnisse (Arven und Lärchen) in den Stubaier-Alpen in den verschiedenen Himmelslagen (nach Reishauer).

obere Waldgrenze. In den Stubaier Alpen gehen in Südlage Arven und Lärchen ca. 80 m höher als in Nordlage, in der Adamellogruppe beträgt die Differenz 100 m. Für die höchstgelegenen Schafweiden ist der Unterschied noch viel größer, nämlich 240 resp. 360 m.

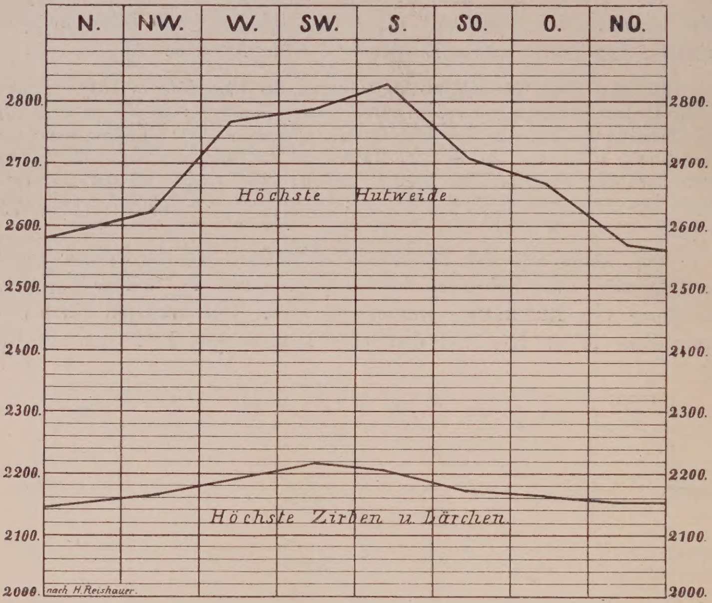


Fig. 7.

Höchste Weideplätze und höchste Baumvorkommnisse (Arven und Lärchen) in der Adamellogruppe (nach Reishauer).

Noch stärker sind die Unterschiede im Chamounixtal nach Bonnier, wie folgendes Schema zeigt (aus Magnin, Véget. des Alpes Françaises):

	S- oder SO-Hang	NW-Hang
Obere Grenze der subalpinen Region (Baumgrenze)	1540—2064 m	1030—1930 m
Obere Grenze der unteren alpinen Region	2500—2600 m	2010—2300 m.

γ) An Talecken und Gehängen liegt die Baumgrenze höher als in der Talsohle. Das Sinken der Baumgrenze an beiden Gehängen gegen den Talhintergrund ist eine allgemeine Erscheinung, die in Tälern mit kaltem Gletscherhintergrund noch in gesteigertem Maße auftritt. Wir sind mit Reishauer der Ansicht, daß das eine wesentlich klimatische und nicht, wie Imhof meint, eine wirtschaftliche

Erscheinung ist. In den Stubaier Alpen und der Adamellogruppe beträgt die Differenz oft 2—300 m (Reishauer). Bonnier hat aus seinen Untersuchungen in den Alpen der Dauphiné ebenfalls den Schluß gezogen, daß die Höhengrenzen ihre Minima im Talgrund und ihre Maxima auf den vorspringenden Gräten haben, welche die Täler voneinander trennen.

δ) Auf vorspringenden Felsrippen und -Kämmen klettern die Vorposten höher als in den zwischenliegenden Rinnen. In diesen wird der Wald- und Baumwuchs bedroht durch Lawinen, Rüfen, Wildbäche; der Schnee bleibt länger in ihnen liegen und verhindert so das Aufkommen der natürlichen Aussaat. Nach Bühler[1]) tragen Stellen im Gebirge, die anfangs Juli noch schneebedeckt sind, keinen Baumwuchs mehr, wohl weil die Samen sich da nicht mehr entwickeln können Und eine noch längere Schneebedeckung kürzt die Vegetationsperiode so, daß ein Ausreifen des Holzes nicht mehr möglich ist.

Alle diese Momente bewirken, daß auch die rein klimatische Baumgrenze keine Horizontalkurve darstellt, sondern mannigfaltige Ausbuchtungen nach unten und oben zeigt.

2. Untergruppe: **Orographische Grenzen.**

Nicht klimatisch bedingt sind die rein orographischen Grenzen, d. h. Stellen, wo dem aufwärtsstrebenden Wald durch steile Felswände, durch unbesiedelbare Geröllhalden und Karrenfelder, durch Lawinenzüge und durch Gletscher Halt geboten wird. Hier kann oft die alpine Region eine lange Zunge ins Waldgebiet hinabsenden. Auch ein Wechsel der geologischen Unterlage kann baumfeindlich sein: Serpentin z. B. oder versumpfter Boden.

3. Untergruppe: **Ökologische Grenzen.**

Weder klimatisch noch orographisch bedingt sind endlich die ökologischen Grenzen, bestimmt durch das Fehlen anderer Organismen, welche den Bäumen nötig sind, oder durch das Überhandnehmen von tierischen Feinden. Darüber haben wir freilich mehr Vermutungen als positive Anhaltspunkte. Es ist bekannt, daß viele unserer Bäume in ihren Wurzeln einen Pilz beherbergen, der etwa bei der Nahrungsaufnahme aus dem Boden behilflich ist. Wenn nun dieser Pilz fehlt, so ist eventuell auch die Existenz des Baumes gefährdet.

Oder es fehlen die Bodenbakterien, welche den Nährstoffgehalt günstig beeinflussen; oder es fehlen die Verbreitungsvermittler, welche die Samen an die richtigen Stellen tragen. Oder es fehlt das Unter-

---

[1]) Bühler, A. Studien über die Baumgrenze im Hochgebirge. Ber. d. schweiz. bot. Ges. Heft VIII 1898.

holz, das den Keimpflanzen den nötigen Schutz gewährt. Oder es werden die Samen durch Feinde regelmäßig zerstört, wie z. B. KIHLMANN für die Fichte an ihrer Nordgrenze im russischen Lappland nachgewiesen hat, oder es werden die Nadeln stark dezimiert durch Raupen, wie es seit Jahren mit der Lärche im Oberengadin der Fall ist.

II. Hauptgruppe: **Wirtschaftliche Grenzen.**

Allen diesen natürlichen Grenzen steht als zweite Hauptgruppe die **wirtschaftliche** gegenüber, die durch Eingriffe des Menschen veranlaßt sind.

Eine wirkliche dauernde Erhöhung der natürlichen Baumgrenze durch Anpflanzung ist bis jetzt nicht bekannt. Möglich wäre sie dann, wenn man eine exotische Holzart fände, die dem Hochgebirgsklima noch besser angepaßt ist als unsere Holzarten. Etwas ganz anderes ist es mit der Wiederherstellung der natürlichen Grenze, welche durch wirtschaftliche Eingriffe herabgedrückt war: das ist eine der Hauptaufgaben des Gebirgsförsters!

Denn diese Herabdrückung der Baumgrenze durch den Eingriff des Menschen, der von oben herab in den Wald hineinrodet, um Weide zu gewinnen, ist leider eine ganz allgemeine Erscheinung in unseren Alpen.

Eine wirtschaftliche Grenze ist an folgenden Merkmalen zu erkennen:

1. Ganz allgemein an ihrer Lage unterhalb eines beweideten Alpgebietes. Wo rings um die Alphütten herum der Wald tiefe Einbuchtungen nach unten zeigt, während er etwa in dazwischen liegenden Tobeln bedeutend höher steigt, da liegt der Schluß auf eine künstlich herabgedrückte Grenze nahe. Steilhänge, schwer zugängliche Schluchten und Tobel sind als absoluter Waldboden geschützt vor den Menschen und zeigen die natürlichen Grenzen; flache Terassen, gerundete Rücken und ebene Talsohlen lassen eine waldgefährdende Invasion des Älplers zu.
2. Die Kampfzone der „Vorposten" fehlt, der Wald hört unvermittelt auf.
3. Oberhalb der Grenze sind Anzeichen ehemaliger Bewaldung zu finden.

Diese Frage der ehemaligen höhern Grenze ist so wichtig, daß wir ihr ein eigenes Kapitel widmen wollen.

§ 4. Ehemalige höhere Baumgrenze.

Es ist eine längst bekannte und seit dem Anfang des letzten Jahrhunderts viel diskutierte Tatsache, daß an sehr vielen Stellen in den Alpen weit oberhalb der jetzigen Grenze hochstämmiger Bäume Reste von solchen gefunden werden, die einer früheren höheren Grenze entsprechen.

Im Jahre 1820 wurde von der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft als Preisfrage das Thema ausgeschrieben: „Ist es wahr, daß die hohen schweizerischen Alpen seit einer Reihe von Jahren rauher und kälter geworden sind?" Es wurden zwei Beantwortungen dieser Frage gedruckt; die eine stammt von Kasthofer, dem vielerfahrenen trefflichen Berner Forstmann.[1]) Er zitiert etwa 60 Einzelfälle, die auf eine Verschlechterung des Klimas hinzudeuten scheinen: größere Häufigkeit der Lawinen, längeres Liegenbleiben des Schnees und dadurch bewirkte Verschlechterung der Weiden, spätere Alpfahrt und frühere Talfahrt, Abnahme der Bestoßungszahl der Alpen, verminderte Samenproduktion an der Waldgrenze und Mangel an Nachwuchs, Depression der oberen Grenze mancher Kulturpflanzen und endlich eine Depression der Baumgrenze.

Die letztere wird durch folgende Tatsachen bewiesen:

Es finden sich weit oberhalb der jetzigen Baumgrenze noch an Ort und Stelle stehende Strünke von bedeutenden Dimensionen. Kasthofer erwähnt z. B. vom Rothhorn ob Brienz fußdicke Rottannenstöcke wohl tausend Fuß höher am Berggrat als der oberste Saum der jetzigen Rottannenwaldung. Dr. Baumgartner fand am Nordhang der Curfirsten die obersten verwitterten Arvenleichen 100 m höher als die letzten lebenden.

Oder es finden sich im moorigen Boden oder auf dem Grunde von Seen wohlerhaltene Stämme weit über der jetzigen Baumgrenze; solche Fälle werden zitiert von Arosa, von der Grimsel, vom Avers (bei Juf 2130 m), von der Oberalp, von St. Antönien (ebenfalls ca. 100 m oberhalb der jetzigen Baumgrenze).

Indirekte Anhaltspunkte liefern Ortsnamen, Urkunden, mündliche Überlieferungen und Sagen.

Die Frage: Ist diese zweifellos vorhandene Depression der Baumgrenze und die gesamte „Verwilderung der Alpen" eine Folge der Verschlechterung des Klimas? wird verschieden beantwortet:

Die meisten Forscher verneinen sie und schieben die Schuld auf den Eingriff des Menschen und lokaler Naturereignisse.

Der Mensch rodete von oben herab mit Axt und Feuer in den Grenzwald hinein, um Weide zu gewinnen, und um das Holz als Bauholz, Brennholz, zu Wasserleitungen und holzfressenden Zäunen zu verwenden; der gelichtete Wald leidet unter der Abnahme des Schutzes; der Nachwuchs wird spärlicher und außerdem durch das Vieh gefährdet; überdies wurde vielerorts (Kt. Glarus, gerichtliche Bestimmung von 1693) den Älpler geradezu geboten, den auf der Weide sich regenden Jungwuchs auszuroden. Ähnlich können einige besonders schneereiche Jahre, können Lawinen, Steinschläge, Windbrüche, Blitzschläge wirken. In der Ebene verwachsen solche Lücken bald: in der Kampfzone aber trägt jede Lücke den Keim zur weiteren Verschlechterung in sich und die Wiederherstellung des Waldes ist schwer. Wo freilich sorgfältig geleitete Aufforstungen bis zur ehemaligen Grenze ausgeführt sind, da gelingen sie, zum Beweis dafür, daß nicht eine allgemeine Klimaverschlechterung Schuld sein kann (Coaz). In Engadin sind oberhalb Pontresina Aufforstungen bis zur Quote von 2300 m geglückt. Als sekundäre Folge der Entwaldung sind dann alle jene Ereignisse aufzufassen, die man als „Verwilderung der Alpen" bezeichnet hat.

---

[1]) Gedruckt als Anhang zu seinem Buche: Bemerkungen auf einer Alpenreise über den Susten usw. Aarau 1822.

So urteilt KASTHOFER; später hat L. DUFOUR in einer äußerst sorgfältigen Arbeit (Notes sur le problème de la variation du climat. — Bulletin de la société vaudoise des sciences naturelles vol X, 1870) alle damals bekannten Daten zusammengestellt; er äußert sich weniger bestimmt; er möchte die Verschlechterung des Klimas immerhin als eine mögliche Ursache bezeichnen. Unter DUFOUR' Gewährsmännern spricht sich COAZ ganz entschieden für die Wirkung menschlicher Eingriffe als das Primäre aus, ebenso THEOBALD und LANDOLT, während MURET und LERESCHE Fälle konstatiert zu haben glauben, wo trotz des Ausschlusses menschlicher Eingriffe eine Depression der Grenze stattfand. BRÜCKNER endlich, der sich am eingehendsten unter den neuern Forschern mit der Frage der Variation des Klimas beschäftigt hat, will ebenfalls nichts von einer fortschreitenden Klimaverschlechterung wissen. SCHULZE dagegen und auch CHODAT verwerten die Depression der Baumgrenze zum Beweis früherer besserer Einwanderungsbedingungen für gewisse unserer Florenelemente; ersterer sieht in der früheren größeren Ausdehnung des Waldes eine Wirkung der nach der Eiszeit herrschenden wärmeren Periode.

Die Frage erfordert eine erneute gründliche Prüfung der Einzelfälle, die namentlich auf folgendes zu achten hätte:

1. Sind zweifellose Fälle eines Herabrückens der Baumgrenze konstatiert an Orten, wo die Mitwirkung des Menschen ausgeschlossen ist?

2. Lassen sich diese Fälle nicht durch lokale Naturereignisse oder vorübergehende schlechte Witterungsperioden erklären?

3. Lassen sich Anhaltspunkte darüber gewinnen, *seit wann* die Depression dauert?

4. Ist wirklich nirgends der entgegengesetzte Fall zu konstatieren, daß die Baumgrenze sich nach oben verschoben hat? Es wäre das nach Maßgabe der BRÜCKNERschen Klimaschwankung in 30jährigen Perioden zu erwarten.

5. Sind Fälle konstatiert, wo Versuche der Wiederaufforstung innerhalb der ehemaligen Grenzen trotz sorgfältigen Schutzes scheiterten?

6. Lassen sich nicht die Fälle der „Verwilderung der Alpen“ (Abnahme der Stoßzahl, spätere Alpfahrt usw.) auf folgende Ursachen zurückführen:

- Verminderung des Schutzes durch Fällen des Waldes.
- Verarmung des Bodens durch Übernutzung ohne genügenden Ersatz und durch Überstoßung.
- Umwandlung der Weiden in Heuberge infolge der Bevölkerungszunahme und des steigenden Bedürfnisses nach Winterfutter (von HEER für den Kanton Glarus nachgewiesen).
- Zunahme des Futterbedarfs des Viehs infolge der Einfuhr schwerer Rassen.

7. Zusammenstellung des Gegenstückes, der Fälle von *Zunahme* der Stoßzahl.

Für die Praxis des Gebirgsförsters sind diese ehemaligen Grenzen ein wichtiger Fingerzeig über die Möglichkeit einer Wiederbewaldung, einer Wiederaufforstung bis zur klimatisch möglichen Grenze.

Die Bestimmung der ehemaligen Grenze kann aber in Ermangelung von Wald- und Baumresten auch indirekt geschehen durch das Vorkommen von *Begleitpflanzen* des Waldes bezw. der Waldregion. Es haben neuerdings FLAHAULT in Montpellier, EBLIN in Ilanz und der Verfasser unabhängig voneinander auf diese Möglichkeit hingewiesen.

FLAHAULT zeigt in seiner sehr bemerkenswerten Abhandlung: Sur les limites supérieures de la végétation forestiere et les prairies pseudoalpines en France (Revue des eaux et forêts XVI, 1900), daß die gesamten klimatischen

Bedingungen durch eine bestimmte Pflanzengesellschaft viel sicherer angesagt werden, als durch eine einzelne Pflanze.

So ist denn auch die Waldregion mit ihrem gehölzfreundlichen Charakter durch die den Wald begleitenden Unterholzpflanzen, die Waldbegleiter, und auch durch die auf gleicher Höhe auftretenden Wiesenformationen charakterisiert. Wenn wir daher auf einem jetzt waldlosen Gipfel, der also scheinbar der alpinen Region angehört, eine Vegetation aus Wiesenpflanzen der Waldregion antreffen, so ist das eben eine „pseudoalpine" Wiese; und eine Vegetation von Unterholzpflanzen oberhalb der jetzigen Grenze deutet auf ehemaligen Wald.

Flahault nennt als solche „Waldzeugen":

Alnus viridis, *Berberis vulgaris*, *Rhamnus alpina*, *Rhamnus pumila*, *Amelanchier vulgaris*, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus aria*, *Cotoneaster vulgaris*, *Rosa alpina*, *Rubus idaeus*, *Lonicera coerulea*, *Lonicera alpigena*, *Sambucus racemosa*, *Daphne mezereum*.

Eblin hat auf die Alpenrosen als „Unterholzpflanzen" hingewiesen. Er kommt zu dem Schluß, daß Aufforstung möglich ist, soweit die Alpenrosen ein üppiges Gedeihen zeigen (Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, Jahrg. 52 1901 Nr. 5 und 6).

Und der Verfasser hat für St. Antönien 1895 die Alpenerle als einen Restbestand ehemaliger Waldung angesprochen (Monogr. v. St. Antönien, Landw. Jahrb. d. Schweiz 1895).

§ 5. Wald- und Baumgrenze.

Fragen wir: welche Linie soll nun als obere Grenze der Waldregion, als untere Grenze der alpinen bezeichnet werden, so gehen darüber die Meinungen sehr auseinander.

Pax, Drude, Vogler und andere wollen die Waldgrenze, die Grenze des geschlossenen Waldes, dafür nehmen. Denn im „Grenzstreifen" herrschen schon alpine Bedingungen, der Hauptschritt wird durch das Aufhören des Waldes mit seinem eigenartigen „Standortsklima" getan. Der Windschutz im Wald ist größer, die Bestrahlung geringer. Es ist in der Tat klar, daß diese Scheidelinie, die klimatische Waldgrenze, am schärfsten hervortritt: es ist das Ende des Waldgürtels. Demgegenüber machen Fankhauser u. a. geltend, daß die Bestimmung dieser Grenze doch gar zu subjektiv sei, weil der Wald ja allmählich aufhöre; ferner ist die Waldgrenze in viel höherem Grade von Menschen beeinflußt als die Baumgrenze. Man sollte also die obersten Bäume als Grenze nehmen. Fankhauser verlangt sogar, die obersten Bäume mit normaler Fruchtbarkeit! Gerade diese aber werden wieder von anderen angegriffen. Drude besonders macht geltend: daß seien abnorme Vorkommnisse, durch besondere Verhältnisse und günstiges Lokalklima bedingt. Außerdem seien sie unbestreitbar nicht so auffallend und leicht zu konstatieren als der obere Waldrand. Gar die obersten fruktifizierenden Exemplare mit keim-

fähigen Samen zu bezeichnen, würde eine ausgedehnte besondere Untersuchung verlangen.

Trotzdem möchte ich doch an der Baumgrenze als entscheidende Linie festhalten, denn sie ist in höherem Maße eine klimatische Grenze als die des Waldes. Orographische Gestaltung und Eigenschaften des Bodens, wirtschaftliche Eingriffe, alles das beeinflußt den Wald stärker als den Einzelbaum. Das geht u. a. aus den oben S. 30 und 31 angeführten Zahlen über den Einfluß der Exposition auf Wald- und Baumgrenze hervor. Und wenn irgendwo ein hochstämmiger Baum sich noch findet, so ist das doch ein vollgültiger Beweis dafür, daß das Baumleben hier noch klimatisch möglich ist; und diese letzten Vorposten lassen sich objektiv genau feststellen, was bei der Waldgrenze nicht der Fall ist.

Zweiter Abschnitt.

Die natürlichen Bedingungen der alpinen Region.

Wir wollen in der weiter unten folgenden Darstellung der Hauptvertreter unserer Alpenflora versuchen, dieselben nach vier Richtungen zu charakterisieren: Nach ihren botanischen Merkmalen und ihrer Verwandtschaft, nach ihren Ansprüchen und Anpassungen an Klima und Standort (unter letzterem die Verbreitungsagentien und die Helfer und Feinde im Tier- und Pflanzenreiche inbegriffen!), nach ihrer Herkunft, ihrer Geschichte, und ihrer Bedeutung für die Alpwirtschaft.

Oder, um uns gelehrter auszudrücken, wir wollen jeder Art eine morphologisch-systematische, eine physiologisch-ökologische, eine geographisch-historische und eine wirtschaftliche Charakteristik mitgeben.

Der morphologisch-systematische Charakter umfaßt die Beschreibung und Art nach ihrem Habitus, Blattbau, Blüten- und Fruchtbau.

Die ökologische Diagnose knüpft die vorige an, indem sie zunächst alle gestaltlichen Verhältnisse aufzählt, welche als Anpassungserscheinungen an Klima und Standort verständlich sind. Dann bespricht sie die Ansprüche der Pflanzen an das Maß der klimatischen Faktoren, an Wärme (ausgedrückt durch die Verbreitung), Feuchtigkeit, Kalkgehalt, Düngergehalt, Humusgehalt des Bodens.

Die geographische Diagnose gibt die jetzige geographische Verbreitung, die mutmaßliche Heimat und die hypothetische Einwanderungsgeschichte an.

Um nun für die Charakterisierung der klimatischen und Standortsansprüche die nötige Grundlage zu schaffen, schicken wir ein Kapitel über das Klima der Alpen und ein zweites über die Standorte der alpinen Region voraus.

Erstes Kapitel.

Das Alpenklima.[1])

§ 1. Die Abnahme des Luftdruckes.

In der alpinen Region bewegt sich der beobachtete mittlere Luftdruck über den Alpen etwa zwischen 626,5 und 564,5 mm (Grächen 1632 m bis Säntis 2500 m); für größere Höhen berechnet Hann ihn auf 497 mm bei 3500 m, 466 mm bei 4000 m. Unsere Alpenflora bis zu den höchsten Gipfeln steht demnach im großen Ganzen unter einem Luftdrucke von 460 bis 626 mm, der also um 136 bis 302 mm geringer ist als am Meeresniveau.

Ob diese stark verminderte Pression einen merklichen direkten Einfluß auf das Wachstum der Alpenpflanzen ausübt, ist fraglich. Wieler u. Jaccard haben zwar nachgewiesen, daß bei stark verminderter Partiärpression des Sauerstoffes eine Begünstigung des Wachstums zu konstatieren ist, aber nur bei sehr stark vermindertem Druck. So machten z. B. Topinambursprossen bei einem Druck von nur 150 mm etwa 9 mal so lange Triebe als bei Normaldruck, aber schon bei 350 mm Druck waren die Differenzen sehr gering (Weizenkeimlinge 20 cm lang statt $17\,^1/_2$ cm).

Ob also die ja viel geringere Druckverminderung unserer alpinen Höhen einen nennenswerten direkten Einfluß auf das Wachstum ausübt, ist zu bezweifeln.

Die indirekte Wirkung der Luftverdünnung freilich auf die Strahlung und die Verdunstungskraft ist eine sehr bedeutende, wie wir später sehen werden.

Eine naive Anschauung äußerte Johann Jakob Scheuchzer 1620; er meinte, die Kleinheit der Alpenpflanzen sei nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren zu erklären: die dünne Luft drücke so schwach, daß sie den Saft nicht höher hinauf treiben könne. Albrecht v. Haller konnte diese Theorie leicht widerlegen (in seiner „Historia stirpium Helvetiae“ 1789) durch den Hinweis auf die Tatsache, daß in der Arctis auch an den Meeresküsten nur niedere Pflanzen vorkommen, trotz des normalen Luftdruckes.

---

[1] Vergleiche hierüber namentlich: Hann, Handbuch der Klimatologie. 2. Aufl. I. Band 1897, S. 220—362.

§ 2. Die Abnahme der Temperatur mit der Höhe.

Die Gesetze des Kälterwerdens mit der Höhe sind folgende:

Die Abnahme der mittleren Jahrestemperatur der Luft im Schatten auf 100 m Steigung schwankt von 0,17—0,8° Celsius, und beträgt im Durchschnitt 0,57° C. für die außertropischen Gebirge bis zum 60° NB., oder mit anderen Worten: bei je 170 m Steigung sinkt die mittlere Jahrestemperatur um 1° C.

Dieses Kälterwerden schwankt in seinem Betrag zeitlich und örtlich:

Im Winter ist die Temperaturabnahme am langsamsten, im Sommer am raschesten: für 1° Abnahme müssen wir im Winter 220 m steigen, im Sommer nur 140 m. Das rührt von der lokalen Erkaltung des Tales im Winter her. Am größten ist der Unterschied zwischen Berg und Tal im Frühsommer, etwa Mitte Mai bis Anfang Juni, weil dann unten schon die Sonne den Boden erwärmt, oben aber noch Schnee liegt, der den ganzen Betrag von Sonnenstrahlen in seiner Schmelzung aufzehrt. Am nächsten kommen sich Tal und Berg etwa Mitte Dezember.

Die mittlere Temperatur der ganzen Vegetationsperiode, d. h. „der Zeit des Jahres mit ausreichender Bodenfeuchtigkeit und genügender Wärme des Bodens und der Luft“,[1]) sinkt bei 160 m Steigung um 1° (bei 100 m um 0,63°). Da die Vegetationsperiode in der alpinen Region erst in den Sommermonaten beginnt und sich weit in den Herbst hineinzieht, nähert sich während derselben die Temperatur allmählich der der Ebene. Der Alpensommer weicht also mehr vom Ebenensommer ab, als der Alpenherbst vom Ebenenherbst. Damit hängt z. T. die Tatsache zusammen, daß die Herbstphänomene der Pflanzenwelt nach oben eine geringere Verzögerung erfahren, als die Sommerphänomene. Die Primeln blühen auf dem Rigi bei 1800 m ca. 6 Wochen später als in Zürich, die Herbstzeitlose dagegen beinahe gleichzeitig.

Im Winter kommt es sogar häufig zu einer Umkehr der normalen Temperaturschichtung, nämlich zu einer Temperaturzunahme mit der Höhe. Bei lange dauerndem hohen Barometerstand und heiterem windstillen Wetter entwickeln sich durch die starke nächtliche Ausstrahlung ganze Systeme abfließender kalter Luftströmungen, welche naturgemäß den Talläufen folgen und die Talsohlen stark abkühlen. Die aus der Höhe zum Ersatz niedersinkende Luft erwärmt sich beim Sinken und heizt so Gipfel und Abhänge. Diese sind warm und sonnig, im Tal unten herrscht Frost und ein dichter Nebel bedeckt die Niederungen.

---

[1]) Köppen, Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Hettners geogr. Zeitschr. 1900 S. 603.

Folgende Zahlen zeigen schlagend diese Zustände (Hann):

Am 20.—24. Dezember 1879 herrschte 7 Uhr morgens, also vor Sonnenaufgang, nur als Wirkung der nächtlichen Phänomene, folgende Temperatur

Altstätten	bei	480 m ü. Meer.	− 12,7 ° C.
Trogen	„	890 m „ „	− 3,9 ° „
Gäbris	„	1250 m „ „	+ 3,4 ° „
Rigi	„	1790 m „ „	+ 1,2 ° „

In solchen Perioden erwacht mitten im Winter die alpine Frühlingsflora: So wurde im Winter 1888/89 von blühenden Enzianen, Erika, Polygala, ja selbst von Alpenrosen berichtet.

Ein förmliches „Frostloch“ ist Bevers im Oberengadin, bei 1715 m gelegen. Es hat ein Januarmittel von — 10,1 ° C. und ein mittleres Minimum von — 26,9 °; steigt man den Julierpaß hinauf, ca. 2224 m, so findet man ein Januarmittel von — 8,8 °, auf dem Rigikulm bei 1784 m sogar nur — 5,1 °.

In der Alleghanies unterscheidet man nach Dowell in den Tälern eine „Frostzone“, die von der Sohle etwa 100 m weit an den Abhängen hinaufreicht. Darüber folgt die frostfreie „grüne Zone“ oder „der Wärmegürtel“. Und auch in unseren Alpen wirkten diese Verhältnisse auf die Siedelungen ein, welche sonnige Terrassen und Gehänge gegenüber der kalten Sohle bevorzugen. Auch die Wald- und Baumgrenze liegt in der Talsohle stets tiefer als an den Hängen.

Diese winterliche relative Erwärmung der Höhen ist auch eine der Ursachen der Abnahme der jährlichen Wärmeschwankung im Gebirge. Der Unterschied in der Temperatur des wärmsten und kältesten Monaten wird nach oben immer geringer: In Altstätten bei 460 m beträgt er 19,4 °, in Trogen bei 880 m 17,1 °, auf dem Rigi bei 1790 m 14,5 ° und auf dem Säntis bei 2470 m nur noch 13,8 °. Das Höhenklima wird immer mehr zum maritimen Klima; Hann hat berechnet, daß bei 9500 m der Unterschied der Jahreszeiten aufhören würde, wenn diese Abnahme der Jahresschwankung in gleichem Maße nach oben sich fortsetzt. Und in der Tat fand man bei Ballonfahrten bei 7700 m im Mai — 36,5 ° und im Dezember — 38,5 °, also einen ewigen Winter!

Freilich gilt das nur von orographisch analogen Orten: Hochtäler und Plateaus zeigen eine viel größere Wärmeschwankung als Berggipfel, ihr Klima ist kontinentaler, denn sie erwärmen sich im Sommer stärker, und werden im Winter kälter. Sils und Bevers, typische Hochtalstationen im Oberengadin, haben eine um 6 ° größere Temperaturschwankung als der Rigikulm auf gleicher Höhe.

§ 3. Die Zunahme des Betrages der Sonnenstrahlung (Insolation) mit der Höhe.

Unter „Sonnenstrahlung“ verstehen wir die Gesamtwirkung der auf eine bestimmte Fläche auffallenden Sonnenstrahlen. Man kann sie

durch ihre Wärmewirkung messen. Nach Violle ist die während einer Minute auf die Fläche eines Quadratzentimeters einstrahlende Sonnenwärme an der oberen Grenze der Lufthülle der Erde imstande, 2,54 g Wasser von 0^{0} auf 1^{0} zu erwärmen, oder mit anderen Worten, sie entwickelt 2,54 Gramm-Kalorien oder Wärmeeinheiten; Langley bestimmte sie zu 3 Wärmeeinheiten.

Beim Durchgang durch die Atmosphäre verliert aber dieses Strahlenbündel einen Teil seiner Wellen durch Absorption in der Luft und im Wasserdampf; seine erwärmende Kraft auf bestrahlte feste Gegenstände vermindert sich daher um so mehr, je dicker die durchlaufene Luftschicht ist. Wenn die Sonnenstrahlen den langen Weg durch die Lufthülle bis zum Meeresniveau zurückgelegt haben, so bleiben nach Violle nur noch 1,76 Wärmeeinheiten übrig, d. h. es werden $32\,^{0}/_{0}$ von der Lufthülle zurückgehalten, dienen zur Erwärmung der durchlaufenen Luft, aber nicht der bestrahlten Fläche.

Violle fand, daß auf dem Montblancgipfel bei 4810 m nur noch 2,29 Wärmeeinheiten vorhanden waren. Das Strahlenbündel, das einen Quadratcentimeter trifft, hatte also bei seinem Durchgange durch die Atmosphäre von der Grenze der Lufthülle bis zum Montblancgipfel durch Absorption $6\,^{0}/_{0}$ seiner Wirkung verloren. Auf dem Grand Mulets bei 3050 m betrug dieser Verlust schon $11\,^{0}/_{0}$, auf dem Bossongletscher bei 1200 m $21\,^{0}/_{0}$ und in Paris bei 60 m ü. M. endlich $32\,^{0}/_{0}$.

Wir können also sagen: auf den Montblancgipfel ist die Insolation um $26\,^{0}/_{0}$ stärker als in Paris.

Das Alpenlicht ist intensiver, die erwärmende Kraft der Sonne ist in den Alpen größer als in der Ebene.

Daß sich derselbe Gegenstand in den Alpen an der Sonne stärker erwärmt, geht aus den Beobachtungen Franklands sehr deutlich hervor, die im Schema Fig. 8 wiedergegeben sind.

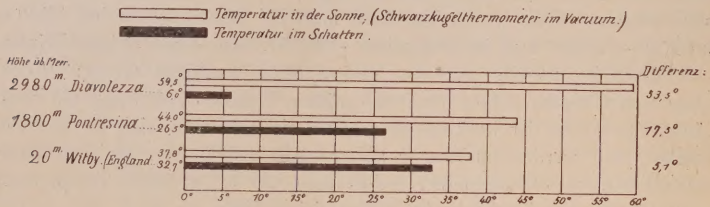


Fig. 8.
Zunahme der Wirkung der Sonnenstrahlung mit der Höhe über Meer, nach den Beobachtungen Franklands über die Temperatur eines Schwarzkugelthermometers in der Sonne und im Schatten.

Während also die Temperatur im Schatten mit der Höhe sinkt, steigt sie dagegen in der Sonne.

Cayley sah am 11. August 1867 in Leh in Tibet bei 3517 m über Meer das Schwarzkugelthermometer in der Sonne auf 101,7° C. steigen, also um 14° höher als der Siedepunkt des Wassers, der in dieser Höhe nur noch 88° C. beträgt. Ebenso beobachtete Langley bei seiner Besteigung des Mt. Whitney in Kalifornien (4500 m), daß auf dem Gipfel die Temperatur in einem mit Glasplatten bedeckten Kupfergefäß weit über den Siedepunkt des Wassers stieg.

Die Absorption ist nicht für alle Strahlengattungen gleich; die verschiedenen Teile des Sonnenspektrums werden in verschiedenem Maße zurückgehalten. Sehr stark werden besonders die ultravioletten Strahlen, der stärker brechbare Teil des Spektrums absorbiert, namentlich in den unteren Schichten der Atmosphäre. Das Alpenlicht ist also relativ reicher an ultravioletten Strahlen, als das Ebenenlicht; welche Bedeutung das namentlich für die Blütenverhältnisse hat, werden wir später sehen.

Durch die Intensität der Bestrahlung wird für die Vegetation das Manko an Luftwärme teilweise ausgeglichen und ersetzt. Daher die Tatsache, daß der Roggen bei 2100 m trotz der geringern Wärmesumme doch rascher reift als in der Ebene, daß die Alpenpflanzen trotz ihrer Kleinheit doch ein so üppiges Aussehen zeigen, nicht den Eindruck einer verkümmerten, unter ungünstigen Bedingungen vorhandenen Vegetation machen. Die Alpenflora ist eine Licht- und Windflora.

§ 4. Sonnscheindauer, Bewölkung, Nebelverhältnisse.

In der jährlichen Periode der Bewölkung zeigt sich als hervorragendste Eigenschaft des Höhenklimas die Heiterkeit des Winterhimmels. Die Bewölkung wird zahlenmäßig so angegeben, daß ein völlig bewölkter Himmel mit 10 bezeichnet wird, ein ganz klarer Himmel mit 0, ein halbbewölkter mit 5. Hann hat aus zahlreichen Daten folgende Mittelwerte abgeleitet:

	Höhe	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Ebene Schweiz . .	420 m	**7,3**	5,8	5,2	6,2	6,1
Säntis	2500 m	5,1	6,1	**6,5**	6,2	6,0
Sonnblick	3100 m	5,2	7,1	**7,3**	6,2	6,5

Dasselbe zeigen die Beobachtungen über die Nebelverhältnisse. Streun[1]) hat diese Beobachtungen in der Schweiz in neun Gruppen ausgeführt, mit folgenden Resultaten:

---

[1]) Vergl. G. Streun, Die Nebelverhältnisse der Schweiz. Annalen d. schweiz. meteor. Centralanstalt, Jahrgang 1899. Zürich 1901.

	Zahl der Nebeltage		Jahr
	Sommer-halbjahr	Winter halbjahr	
1. Juratäler	15,7	27,2	42,9
2. Juragipfel	34,8	51,4	86,2
3. Schweizerisches Mittelland	10,5	33,3	43,8
4. Tiefe Alpentäler, nördl. Abdachung .	1,3	11,6	12,9
5. Höhenlage von ca. 1000 m	20,5	29,6	50,1
6. Hochtäler	10,8	8,3	19,1
7. Gipfel	67,6	64,7	**132,1**
8. Säntisgipfel, allein	127,8	98,4	**226,2**
9. Täler südl. Abdachung	1,9	7,2	8,9

Sehen wir vom Jura ab, so bewegt sich die Zahl der Nebeltage im Jahre

in den Niederungen unter 1000 m zwischen 8,9 und 50
(Sommer 1,9—20,5, Winter 7,2—33,3)

in den Höhen über 1000 m zwischen 132 und 226
(Sommer 67,4—127,8, Winter 64,7—98,1).

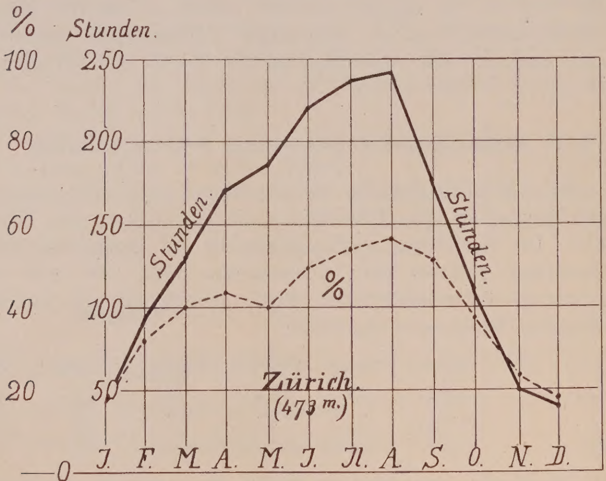


Fig. 9.

Sonnscheindauer in Zürich in mittleren Monatszahlen im Verlauf eines Jahres (nach Henry Dufour).

(Durchschnitt aus den Jahren 1891—1900)
Die mögliche Sonnscheindauer beträgt 4042 Stunden im Jahr
Die wirkliche mittlere „ „ 1730,3 „ „ „
(43 % der möglichen)

Bedeutung der Kurven wie in Fig. 10.

Die Höhen haben also mehr Nebel und zwar besonders im Sommer.

Die Sonnenscheindauer, die natürlich das Widerspiel der Bewölkungs- und Nebelfrequenz darstellt, zeigt im Gebirge eine andere jährlich-tägliche Periode wie in der Ebene.

Im Gebirge ist der Winter am sonnigsten, in der Ebene der Sommer. Und zwar sind es besonders die Mittagstunden, die den stärksten Unterschied aufweisen: Auf dem Obir (2040 m) und Sonnblick (3100 m) scheint die Sonne zwischen 11 und 1 Uhr mittags im Dezember 47 Stunden, im Juni 27,0 Stunden, in Wien und Klagenfurt dagegen im Dezember 21 Stunden, im August 66,5 Stunden.

Das Gebirge hat im Winter durchschnittlich jeden zweiten Tag um Mittag vollen Sonnenschein, im Sommer dagegen nicht einmal jeden dritten Tag. Vergl. auch die Fig. 9 und 10.

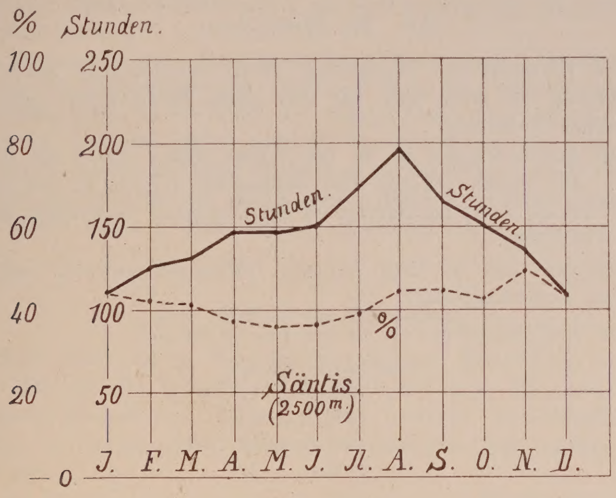


Fig. 10.

Sonnscheindauer auf dem Säntis in mittleren Monatszahlen während eines Jahres (nach Henry Dufour).

(Durchschnitt aus den Jahren 1891—1900)

Die mögliche Sonnscheindauer beträgt 4204 Stunden im Jahr
Die wirkliche mittlere „ „ 1752,7 „ „ „
(= 42% der möglichen)

Die ausgezogene obere Kurve verbindet die mittleren Monatszahlen der absoluten Sonnscheindauer in Stunden; die punktierte Kurve gibt die relative Sonnscheindauer, in Prozenten der möglichen Stundenzahl ausgedrückt.

Diese starke Wintersonne bedeutet für einen Teil der Alpenflora eine nicht unbeträchtliche Verlängerung der Vegetationsperiode. Natürlich nur für die nicht vom Schnee bedeckten Pflanzen, wie sie sich an windgefegten Orten, an steilen Felsen usw. finden. Daß an solchen Stellen mitten im Winter das

Pflanzenleben tätig ist, geht u. a. aus den Beobachtungen von J. Braun in Chur hervor. Derselbe fand (schriftl. Mitteilung) am 26. Dezember 1903 am Calanda bei Chur bei 2100—2200 m folgende Pflanzen mit neuen, vollständig ausgebildeten Blüten: *Anemone vernalis, Gentiana verna, Anthyllis vulveraria.* Schon seit einer Woche hatte trockenes Föhnwetter geherrscht; die Sonnenwärme hatte zwar nicht den Boden aufzutauen vermocht, wohl aber denselben oberflächlich gefeuchtet. Noch wichtiger ist die Tatsache, daß man überall an den schneefreien Stellen, wo die Sonne dazu kommt, frische grüne Blätter findet. Die Animilation, der Aufbau organischer Stoffe durch Zersetzung der Kohlensäure am Licht in den Blättern ist aber eine Funktion, deren unterer Nullpunkt tiefer liegt, als der irgend einer anderen pflanzlichen Lebenserscheinung: Hat doch Jumelle bei manchen Pflanzen noch bei -40^0 C. Animilationstätigkeit beobachtet! Es ist also zweifellos, daß die Blätter dieser „alpinen Winterpflanzen" tätig sind, da ja durch die kräftige und lange dauernde Besonnung ihre Temperatur jedenfalls weit über 0^0 sich steigert.

§ 5. Die Bodenwärme.

Die Intensität der Bestrahlung, dieser entscheidende Faktor des Alpenklimas, hat aber auch für das alpine Bodenklima eine einschneidende Bedeutung.

Die Bodenwärme ist in den Alpen relativ höher als in der Ebene. Der Boden erwärmt sich bekanntlich überall an der Sonne stärker als die Luft; im Gebirge ist der Überschuß beträchtlich größer als in der Ebene.

Kerner fand in Tirol folgende Differenzen zwischen mittlerer Luft und Bodentemperatur.

Der Boden ist wärmer als die Luft (im Jahresmittel)

bei	1000 m	um	$1{,}5^0$
„	1300 m	„	$1{,}7^0$
„	1600 m	„	$2{,}4^0$
„	1900 m	„	$3{,}0^0$
„	2200 m	„	$3{,}6^0$

Im Sommer sind die Differenzen natürlich beträchtlich größer.

Nach Beobachtungen in Sils Maria im Engadin (1811 m), die in den Jahren 1894—1899 jeweilig von $1-1^1/_2$ h. NM. angestellt wurden, zeigte die Bodentemperatur folgende Jahresmittel: In 5 cm Tiefe $5{,}12^0$ C., in 30 cm $4{,}53^0$, in 60 cm $4{,}52^0$, in 120 cm $4{,}92^0$, während die mittlere Lufttemperatur $1{,}79^0$ C. betrug.[1])

Nach Martins war vom 8. bis 10. September 1864 nach gleichzeitigen Beobachtungen in Bagnères am Fuße der Pyrenäen bei 551 m

[1]) Vergl. K. Diem, Untersuch. über die Bodenfauna in den Alpen. Jahrbuch d. nat. Ges. St. Gallen für das Vereinsjahr 1901/1902. St. Gallen 1903.

die Differenz 2,3°, auf dem Pic du midi bei 2877 m dagegen 12,2°. Und nach TRABERT beträgt auf dem Sonnblick bei 3100 m die Erwärmung der Luft vom Boden aus das 3fache der Erwärmung der Luft durch direkte Strahlung.

Für die Vegetation sind diese Zahlen von der größten Bedeutung. Sie zeigen, ein wie verkehrtes Bild des „Pflanzenklimas" man erhält, wenn man dasselbe nach dem Hauptdatum der Meteorologie, nach der Lufttemperatur im Schatten beurteilt! Denn die Pflanzen wachsen ja nicht an der Luft im Schatten, sondern ihre Blätter arbeiten unter den Einfluß der hohen Sonnenwärme und des starken Lichtes, ihre Wurzeln schöpfen Nahrung in dem stark durchwärmten Boden!

Das ist einer der Hauptunterschiede zwischen arctischem und alpinem Klima. Die polaren Pflanzen vegetieren unter einer kontinuierlichen aber schwachen Beleuchtung, die alpinen unter eine intermittierenden, aber starken.

„Die lange Dauer des Lichtes kann die geringe Intensität nicht ersetzen, die Bodenwärme hebt sich nicht über die Luftwärme und die Erde bleibt schon in der Tiefe von einigen Dezimetern gefroren." So kommt es, daß der ganze Archipel von Spitzbergen nur 123 Arten von Blütenpflanzen auf einer Fläche von ca. 64000 km^2 nährt, während auf dem ebenfalls an der Schneegrenze gelegenen Faulhorngipfel auf einer Fläche von $4\,^1/_2$ Hektaren 131 Blütenpflanzen vorkommen!

§ 6. Einfluß der Exposition.

Noch eine weitere Wirkung der starken Bestrahlung ist die große Differenz des Lokalklimas in verschiedener Himmelslage, der starke Einfluß der „Exposition". „Sonnen- und Schattenseite schaffen im Gebirge große klimatische Gegensätze auf geringe Entfernungen."

Ein klassisches Beispiel ist das Findelental in Wallis, ein rechtes Seitental des Zermattertals, bei Zermatt in letzteres ausmündend und genau von Ost nach West verlaufend. An der sonnigen Südhalde geht hier der Roggen bis 2100 m (höchste Quote in der Schweiz; noch höher, bis 2300 m, geht die Roggenkultur bei St. Véran am Monte Viso), daneben deckt die „Walliser Alpensteppe" den verbrannten dürren Boden; feinblättrige Steppengräser *(Festuca valesiaca, Poa bulbosa)* bilden den lückenhaften Rasen und südliche Unkräuter folgen dem Getreide. Und drüben, auf der gegenüberliegenden Nordhalde beschattet düsterer Arvenwald den Boden, und die Lichtungen sind bedeckt von einer arctisch-alpinen Zwergstrauchtundra. Also auf Steinwurfweite ein Gegensatz in der Vegetation, der 30 bis 40 Breitengraden gleichkommt!

A. v. Kerner fand bei Innsbruck bei 1000 m im Jahresmittel folgende Reihenfolge der Bodentemperatur in den verschiedenen Expositionen:

Südwest	**12,7**	(im Sommer 18,3)
Südost	12,6	(„ „ **19,7**)
Süd	12,6	(„ „ 19,3)
West	12,2	(„ „ 18,5)
Ost	11,3	(„ „ 18,6)
Nordost	10,6	(„ „ 17,0)
Nordwest	10,2	(„ „ 16,0)
Nord	**9,5**	(„ „ 15,3)

Nach den oben S. 30 angegebenen Zahlen differiert die Waldgrenze an günstigen und ungünstigen Expositionen um 100—200 m. Nach den umfangreichen Erhebungen A. Decandolles liegt im Mittel die Vegetationgrenze derselben Pflanzenart an Südhängen sogar 2—300 m höher als an Nordhängen. Der Unterschied von Nord- und Südlage beträgt bei der lokalen Schneegrenze nach Jegerlehner in den penninischen Alpen ca. 500 m, in den Berner Alpen 170 m, im Disgrazia- und Berninagebiet etwa 200—300 m. Richter nimmt als Mittel für die Ostalpen ca. 200 m an, für diejenigen Fälle, wo beide Halden, N.- und S.-Halde, verfirnt, und die Neigungsmittel ziemlich gleich sind. Sie kann aber auch in diesem Fall bis 650 m ansteigen.

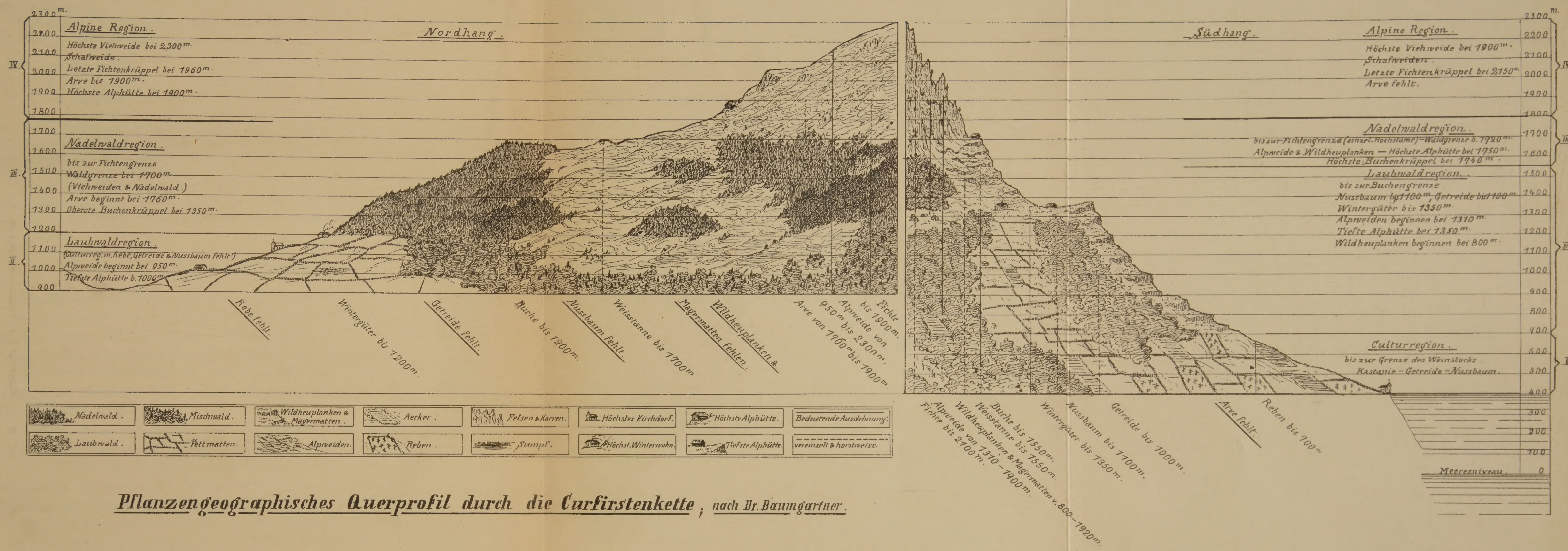
Als schlagendes Beispiel für den Einfluß der Exposition auf die gesamten Vegetationsverhältnisse möge hier noch das pflanzengeographische Profil der Curfirstenkette zitiert sein, das auf unserer Tafel IV nach Baumgartner[1]) dargestellt ist.

§ 7. **Die nächtliche Ausstrahlung.**

Ihr Widerspiel hat die intensive Bestrahlung des Hochgebirges in der starken nächtlichen Ausstrahlung, welche auf derselben Ursache beruht, auf der dünneren atmosphärischen Hülle. Auf dem Faulhorngipfel fand Martins die Ausstrahlung um 37 $^0/_0$ stärker als in den 2110 m tiefer gelegenen Brienz; auf dem Grand Plateau du Montblanc zeigte sie sich beinahe doppelt so groß als in dem 2880 m tiefer liegenden Chamounix. Während Dr. Maurer in Zürich bei 450 m im Februar die nächtliche Ausstrahlung einer bestimmten Fläche zu 0,13 Gramm-Kalorien (cm-Minute, d. h. eine auf den Quadratzentimeter während 1 Minute einstrahlende Wärmemenge, welche 1 g Wasser

---

[1]) Baumgartner, G. Das Curfirstengebiet in seinen pflanzengeograph. u. wirtschaftl. Verhältnissen. — Jahresb. d. St. Galler naturw. Gesellsch. 1901.



Pflanzengeographisches Querprofil durch die Curfirstenkette, nach Dr. Baumgartner.

von 0^0 auf 1^0 zu erwärmen vermag) feststellte, fand PERNTER zur gleichen Zeit auf dem Sonnblick bei 3100 m eine solche von 0,20 Kalorien.[1])

Die alpine Vegetation hat also kalte Nächte zu überstehen und heiße Tage, oder richtiger: die Alpenpflanzen sonniger Standorte werden tagsüber stark erwärmt und kühlen sich über Nacht sehr stark ab.

Ganz anders verhält sich die Lufttemperatur im Schatten. Sie zeigt eine bedeutende Abnahme der täglichen Wärmeschwankung, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht:

Die tägliche Wärmeschwankung, d. h. die Differenz zwischen der kältesten und wärmsten Tagesstunde, beträgt nach HANN:

in Klagenfurth	405 m ü. M.	im Jahresmittel	7,5° C.
auf dem Obir bei	2140 m ü. M.	„ „	1,8° C.
auf dem Sonnblick bei	3100 m ü. M.	„ „	1,7° C.

Die Abnahme ist am größten auf freiem Berge, am geringsten in Tälern. Eine konvexe Oberfläche (Hügel, Berg) verkleinert die tägliche (oder jährliche) Amplitude der Temperatur, eine konkave Oberfläche (Tal, Mulde) vergrößert sie dagegen (WOEIKOF).

Auch diese Erörterung zeigt wieder die Differenz zwischen „biologischem“ und „meteorologischem“ Klima: die Pflanzen haben im Gebirge größere Extreme auszuhalten, die meteorologischen Daten zeigen geringere an.

§ 8. Die Vegetationsdauer.

Durch den jährlichen Gang der Temperatur ist ein für die Vegetation äußerst wichtiges Moment bestimmt: die Vegetationsdauer, oder die Dauer der jährlichen Vegetationsperiode, d. h. der Zeit vom Erwachen der Vegetation bis zum Eintritt der Vegetationsruhe.

Da diese Verhältnisse bei uns in erster Linie von der Dauer der Schneedecke abhängen, so können wir das Jahr nach KERNER etwa folgendermaßen einteilen:

1. Die Winterschneezeit oder die Periode vom definitivem „Einschneien“ bis zum ersten „Ausapern“, d. h. schneefrei werden.

2. Die Zeit der Frühlingsschneefälle, d. h. die von vorübergehenden Schneefällen unterbrochene Periode vom ersten Ausapern bis zum Wegschmelzen des letzten Frühlingsschnees.

3. Die völlig schneefreie Zeit; eine solche gibt es nur bis 1500 m; höher oben kann jeden Monat Schnee fallen, es berühren sich Frühlings- und Herbstschneefall.

---

[1]) Noch stärker ist die Differenz der von der dunkeln Atmosphäre an feste Körper abgegebenen oder zugestrahlten Wärmen. Sie betrug bei obigem Versuch in Zürich 0,37 Gramm-Kalorien, auf dem Sonnblick nur 0,12 Kalorien.

4. Die Zeit der Herbstschneefälle, vom ersten wieder wegschmelzenden Herbstschneefall bis zum „Einschneien“, bis zum Eintritt der dauernden Winterschneedecke.

Wir können dafür etwa folgendes Schema aufstellen:

Schneezeit	↑ Frühlings-schneefälle	schneefreier Sommer (nur bis 1500 m)	Herbst-schneefälle ↓	Schneezeit
	Ausapern		Einschneien	
		Aperzeit		

Über die Verkürzung und Verschiebung der Aperzeit nach oben gibt Tabelle IV Aufschluß.

Das graphische Schema Kolonne 1 gründet sich auf Beobachtungen A. v. KERNERS; er hat von Innsbruck aus während 16 Jahren das Wandern der Schneedecke an den beiden Gehängen des Inntales verfolgt; sein Sohn FRITZ V. KERNER hat diese Daten sehr sorgfältig bearbeitet in der Abhandlung: „Über die Schneegrenze im Gebiet des mittleren Inntals 1887“; die Daten dieser Arbeit sind hier graphisch wiedergegeben.

Die fetten Horizontallinien bedeuten die Dauer der Winterschneedecke an der Schattenseite des Inntals; es zeigt dieselbe ähnliche Verhältnisse wie das Säntisgebiet.[1]) Die feineren Linien beziehen sich auf die Sonnseite. Die punktierten Linien bedeuten die Zeit vom ersten Ausapern bis zum Wiedereinschneien, also die „Aperzeit“, die freilich von wieder wegschmelzenden Schneefällen unterbrochen sein kann.

Die feinen Zahlen am Kopfe jeder Linie bedeuten die Monatstage, die fetten Zahlen die Lufttemperaturen, die zur Zeit der Schneeschmelze in der betreffenden Höhe geherrscht haben.

Wir können also für jede Stufe von 100 m die Dauer der Schneedecke und der Aperzeit ablesen. Bei 1800 m z. B. dauert die ununterbrochene Winterschneedecke am Nordhange vom 27. Oktober bis 28. Mai, die apere Zeit vom 28. Mai bis 27. Oktober, also 5 Monate.

In den Kolonnen 2 a, b, c und d ist die Dauer der verschiedenen Schneejahreszeiten in Tagen ausgesetzt, in Kolonne 3 die Zahl der Tage mit wieder wegschmelzendem Schneefall innerhalb der Aperzeit enthalten. Kolonne 4 bringt die Angaben der Gebr. SCHLAGINTWEIT für die ganzen Alpen, Kolonne 5 diejenigen von HEER für das Sernftal.

Was uns diese graphische Darstellung lehrt, findet sich in den §§ 9—12.

---

[1]) Über die Schneegrenze am Säntis liegt eine noch längere Beobachtungsreihe von Ingenieur DENZLER vor (30 Jahre).

Tabelle IV. Dauer der schneefreien Zeit in verschiedener Meereshöhe.

(Aus: Stebler und Schröter, Die Alpenfutterpflanzen.)

1 — Ausapern*) und Einschneien

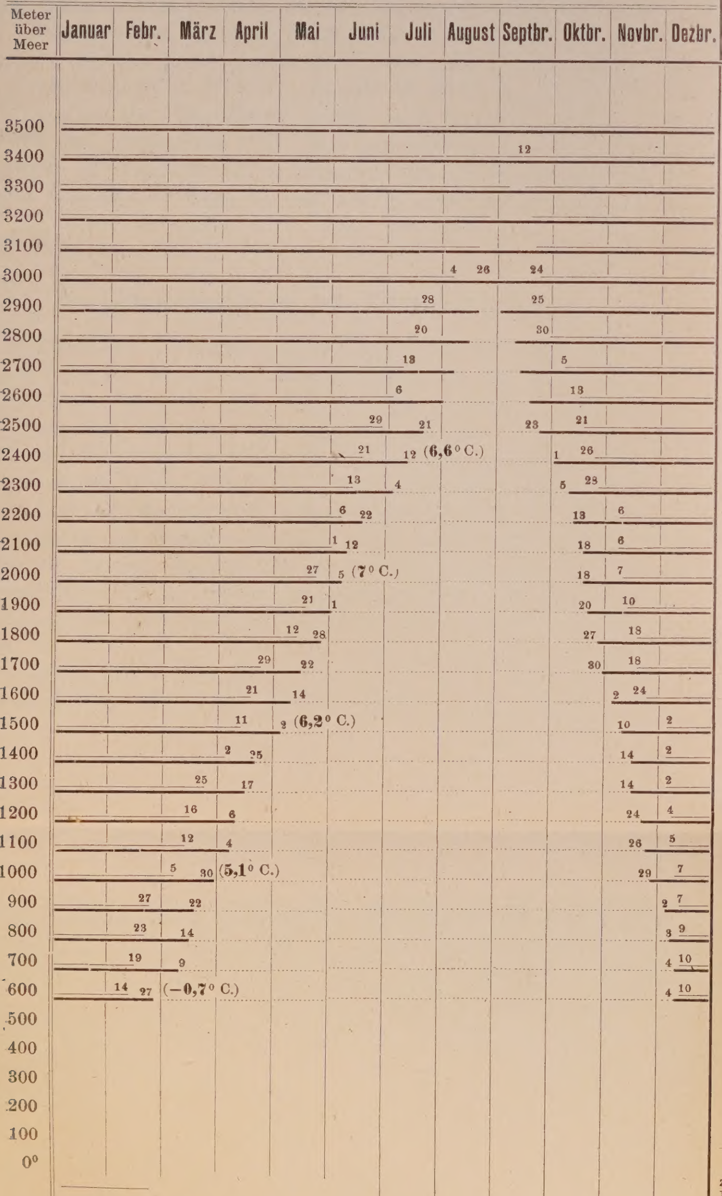
an der Schatten- und Sonnenseite im mittleren Inntal von der Talsohle bis zur Grenze des ewigen Schnees.

Mittlere Termine aus 16 jährigen Beobachtungen.

Graphisch dargestellt nach Angaben in: F. v. Kerner, Über die Schneegrenze im Gebiet des mittleren Inntals, Wien 1887.

Erläuterungen: Die fette Linie bedeutet die Dauer der Winterschneedecke an der Schattenseite, die ähnliche Verhältnisse zeigt wie die Nordostschweiz (Sentisgebiet); die feineren Linien beziehen sich auf die Sonnenseite und gehören jeweils zu der nächst unteren Höhenquote. Die Zwischenräume (punktierte Linien) bedeuten die Zeit, die vom ersten Ausapern bis zum Wiedereinschneien verläuft. Bei 1800 m z. B. dauert die ununterbrochene Winterschneedecke am Nordhang vom 27. Oktober bis zum 28. Mai, die apere Zeit (die freilich von wiederwegschmelzenden Schneefällen unterbrochen ist) vom 28. Mai bis 27. Oktober, also 5 Monate. Die kleinen Zahlen an den Köpfen der Linien bedeuten das Datum (Monatstag).

Bis zu 2500 m an der Schattenseite, 3000 m an der Sonnenseite sind die Daten beobachtet und wurden bis zur Schneegrenze graphisch ergänzt. Das Wiedereinschneien beginnt an der Schattenseite am 26. August, an der Sonnenseite am 12. September (in günstigen Jahren erst Ende September), das Ausapern dauert ebenso lang und erreicht an denselben Tagen die Grenze des ewigen Schnees (3000 m an der Schattenseite, 3400 m an der Sonnenseite).



*) D. h. „schneefrei werden“.

NB. Die fetten Zahlen bedeuten die Lufttemperatur zur Zeit der Schneeschmelze.

2 — Dauer der von den Schneeverhältnissen bedingten Jahreszeiten an der Schattenseite im mittleren Inntal im Mittel von 16 Jahren. / 3 — Zahl der Schneetage, welche die Aperzeit unterbrechen

Meter über Meer	2a Dauer der Frühlingsschneefälle vom ersten Ausapern bis zum Wegschmelzen d. letzt. Schnees i. Frühling	2b 600-1500 m: Dauer d. bleibend schneefreien Sommers. 1600-2500 m: Dauer des in jedem Monat von Schneefällen unterbrochenen Alpensommers †)	2c Dauer der Herbstschneefälle: vom ersten Schneefall im Herbst bis zum endgültigen Einschneien	2d Dauer der ununterbrochenen Winterschneedecke	3 Zahl der Schneetage, welche die Aperzeit unterbrechen
2500		63		302	
2400		80		285	
2300		92		273	3
2200		112		253	14
2100		127		238	19
2000		134		231	15
1900		140		225	11
1800		151		214	13
1700		160		205	13
1600		171		194	15
1500	21	131	39	174	26
1400	16	150	36	163	28
1300	22	152	36	155	26
1200	29	168	34	134	36
1100	25	178	32	130	27
1000	28	181	34	122	20
900	34	185	35	111	
800	38	196	29	102	
700	42	200	27	96	
600	50	202	27	86	

†) Vom ersten Ausapern bis zum Einschneien. Frühlings- und Herbstschneefall fließen ineinander.

4 — Dauer der Aperzeit, vom Schneeschmelzen bis Einschneien im Mittel für die ganzen Alpen (nach Schlagintweit).

Verringerung = 9 Tage auf 100 m Erhebung

Höhe (m)	Aperzeit
2600–2276	28. Juni bis 1. Oktbr. 95 Tage
2276–1950	2. Juni bis 5. Oktbr. 135 Tage
1950–1625	12. Mai bis 28. Oktbr. 169 Tage
1625–1300	21. April b. 10. Nov. 203 Tage
1300–975	10. April bis 20. Novbr. 224 Tage
975–650	30. März 30. Novbr. 245 Tage
650–487	17. März b. 10. Dez. 268 Tage

5 — Dauer der Aperzeit im Sernftal (Kanton Glarus) (nach Heer)

2762–2275: In der subnivalen Region: An sonnigen Lagen von Mitte oder Ende Juli bis Mitte September (ca. 45—60 Tage). An schattigen Stellen ewiger Schnee.

2275–1787,5: In der alpinen Region: An sonnigen Lagen von Ende Juni bis Ende Septbr. (ca. 90 Tage). An schattigen Lagen oft ewiger Schnee.

1787,5 und darunter: In der subalpinen Region: An sonnigen Lagen von Ende Mai bis Mitte Oktober (ca. 140 Tage). An schattigen Lagen von Mitte oder Ende Juni bis Oktober (ca. 100 Tage).

§ 9. Die Dauer der Aperzeit.

Heben wir einige Hauptdaten heraus! Sie dauert

bei	600 m	ü. M.	vom	27./II.	bis	4./XII.,	also	9	Monate	
„	1000 m	„	„	30./III.	„	29./XI.,	„	8	„	
„	1500 m	„	„	2./V.	„	10./XI.,	„	6	„	
„	1800 m	„	„	28./V.	„	27./XI.,	„	5	„	(etwa a. d. Baum-
„	2400 m	„	„	12./VII.	„	1./X.,	„	$2^1/_2$	„	grenze)

Diese sind alles Mittelwerte aus 16jährigen Beobachtungen: Die Schwankungen der verschiedenen Jahrgänge sind aber sehr bedeutend. Der längste in den 16 Jahren vorgekommene Alpensommer übertraf an der Sonnenseite das Mittel bei 1600 m um 3 Monate, bei 3000 m noch um einen Monat; der kürzeste blieb $1-1^1/_2$ Monate hinter dem Mittel zurück. Für die Schattenseite sind die Schwankungen weit geringer: sie betragen nur ca. 3 Wochen in beiden Richtungen.

Die Dauer der Winterschneedecke verlängert sich im Mittel um $11^1/_2$ Tage für je 100 m Steigung an der Nordlage (10 Tage an der Südlage). Mit je 100 m Steigung nimmt also der Alpensommer um $11^1/_2$ Tage ab. Beinahe genau dieselbe Quote berechnet S. Schwendener in seiner Doktordissertation (Über die periodischen Erscheinungen in der Natur, insbesondere der Pflanzenwelt, Zürich 1856) aus den Zahlen von Denzler für das Säntisgebiet (11,7 Tage pro 100 m); für den Jura hat Thurmann 10 Tage für 100 m gefunden, für das sächsische Erzgebirge gibt Birkner 13 Tage an, während die Gebrüder Schlagintweit für die Alpen die Quote von 9 Tagen berechnen.

§ 10. Die Lufttemperatur zur Zeit der Schneeschmelze

(an der temporären Schneegrenze!) wird nach oben zu immer höher. Bei 1000 m schmilzt der Schnee durchschnittlich am 30. März, und dann ist die Lufttemperatur schon 5,1°, bei 1500 m 6,2°, bei 2000 m sogar 7°, dann sinkt sie wieder etwas (2400 m 6,6°).

Wenn also in der alpinen Region die weiße Decke von der ruhenden Pflanzenwelt weicht, dann finden die frühlingsdurstigen Triebe gleich eine warme Luft vor, die ihnen ein rasches Wachsen und Blühen ermöglicht. Drunten im Tal vergehen nach der Schneeschmelze noch Wochen, bis die braunen Wiesen ergrünen: auf dem Gebirge folgt dem starren Winter unmittelbar der jauchzende Alpenfrühling: dicht am Rande der Schneedecke sprießt der Crocus und läutet die Soldanelle ihr zierliches Glöckchen!

Wir sind deshalb berechtigt, in der alpinen Region den Beginn der Aperzeit mit dem Wiedererwachen der Vegetation zu identifizieren.

§ 11. Der aufsteigende Frühling und der absteigende Winter.

Wir können die Darstellung in Kolonne 1 Tabelle IV auch so deuten: Das Ende der dicken Linien links bedeutet das Ausapern, also den Frühling; verbinden wir alle diese Endpunkte durch eine Linie, so können wir längs derselben das Aufsteigen des Frühlings verfolgen. Umgekehrt bedeutet der Anfang der rechts auftretenden fetten Linien das Einschneien, also den Beginn des Winters, der sich längs der Verbindungslinie dieser Punkte ins Tal herabzieht. Dort wo der aufsteigende Frühling mit dem aus seiner ewigen Schneeburg todbringend herabsteigenden Winter zusammentrifft, liegt die Schneegrenze, eben dort, wo die Wärme des Sommers den im Winter gefallenen Schnee nicht mehr zu schmelzen vermag, wo überhaupt kein „Ausapern" mehr eintritt. Diese Darstellung läßt die Schneegrenze deutlich als das Resultat einer Bewegung, als „dynamische" Grenze nach Ratzel, erscheinen. Sie ist bestimmt durch den Schneidepunkt des aufsteigenden Schmelzens und des absteigenden Einschneiens. Im Mittel trifft dieses Ereignis am 26. August auf der Nordhalde ein, bei der berechneten Quote von 3000 m (die mit der beobachteten Schneegrenze übereinstimmt!), auf der Südhalde sogar erst am 12. September bei der berechneten Quote von 3400 m! Es wird also der Alpensommer mit zunehmender Höhe immer mehr gegen den Herbst verschoben.

Das hängt damit zusammen, daß der aufsteigende Frühling viel langsamer wandert als der absteigende Winter! Die Schneeschmelze braucht von der Talsohle bei 600 m bis zur Schneegrenze bei 3000 m 6 Monate, also 7,8 Tage pro 100 m. Das Einschneien dagegen braucht für dieselbe Höhendifferenz nur 4 Monate, also 3,8 Tage pro 100 m. Anfangs sinkt es langsam: für die 900 m von 2400 m bis herab zu 1500 m braucht es 36 Tage; später geht es schneller: dieselbe Höhendifferenz von 900 m legt es zwischen 1500 und 600 m in 8 Tagen zurück.

Diese ganz allgemeine Erscheinung: das langsame Aufsteigen der Frühlingsphänomene, das rasche Herabsinken der Herbstphänomene zeigt sich auch in folgenden Beobachtungen:

Von Bozen in Südtirol bis zu dem 1250 m höher liegenden Kloster Weihenstein braucht im Frühling die Tageswärme von 0^0 und ebenso die von 5 und 10^0 volle 2 Monate zum Aufsteigen, im Herbst zum Heruntersinken nur 39 Tage. 100 m Höhendifferenz durchläuft also hier der Frühling in 5, der Herbst in $3^1/_4$ Tagen (Hann).

Nach den 45 jährigen Beobachtungen des Dr. Marti in Glarus (mitgeteilt in Blumer u. Heer, der Kanton Glarus 1846) braucht das Ergrünen des Buchenlaubs von Glarus bis hinauf zum Stöckli, einem 487,5 m höher gelegenen Vorsprung am Glärnisch 20 Tage, das Herabsteigen der herbstlichen Verfärbung aber nur 16 Tage. Das Frühlings-

phänomen schreitet also mit einer Geschwindigkeit von 24,3 m pro Tag aufwärts und legt den Höhenintervall von 100 m in 4,1 Tagen zurück; das Herbstphänomen braucht 3,3 Tage dazu.

§ 12. Schnee und Frost während der Vegetationszeit.

Der Alpensommer ist kurz, er tritt spät ein, außerdem ist er von häufigen Schneefällen unterbrochen und die Nächte können mitten in die volle Vegetation mit Frösten drohen!

Von 1600 m an kann es in jedem Monat schneien; auf den Alpen über dieser Höhenquote muß man also darauf gefaßt sein, jeden Monat die „Schneeflucht" benutzen zu müssen, d. h. mit dem Vieh von der überschneiten Weide in den Wald zu flüchten. Das ist ein Servitut des Hochgebirgswaldes, das ihm nicht zum Vorteil gereicht.

Über die Häufigkeit und Tiefe der Frosttemperaturen geben folgende Zahlen Aufschluß: [1])

Auf dem Säntis, 2500 m ü. M., traten im Juli und August Frostnächte in folgender Anzahl auf:

	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900
Juli	1	7	6	9	4	6	5	2	5	3	4	10	4	4
August	6	9	10	5	7	1	4	8	5	9	3	5	2	6

Also mitten im vollen Alpensommer bis 10 Frostnächte pro Monat!

Die absoluten Maxima und Minima waren auf dem Säntis (2500 m) und auf dem Sonnblick in der hohen Tauern (3110 m) in den Jahren 1887 bis 1900 folgende:

Temperatur Sonnblick (1887—1900)

	Abs. Maxima		Abs. Minima	
1887	9,0	VII.	−33,0	XII.
1888	10,0	VIII.	−30,2	III.
1889	10,0	VII.	−34,0	III.
1890	9,4	VIII.	−34,6	III.
1891	10,2	VII.	−33,8	I.
1892	11,4	VIII.	−28,0	III.
1893	9,6	VIII.	−29,2	I.
1894	13,0	VII.	−27,2	II.
1895	8,6	IX.	−33,8	I.
1896	7,4	VII.	−29,4	I.
1897	10,4	VII.	−29,0	I.
1898	7,4	VIII.	−25,2	XII.
1899	7,7	VII.	−28,8	III.
1900	9,0	VII.	−28,6	III.

Höchste Temp. **11,4** VIII. 1892
Tiefste Temp. − **34,6** III. 1890
(auf d. Montblanc b. 4810 m −43° C.)

Temperatur Säntis (reduziert auf d. Beobachtungsreihe 1864—1900)

	Abs. Maxima		Abs. Minima	
1887	16,7	VII.	−24,2	XII.
1888	17,1	VIII.	−23,0	I.
1889	16,4	VII.	−24,4	III.
1890	15,1	VIII.	−25,7	III.
1891	16,3	VII.	−26,3	I.
1892	19,0	VIII.	−23,0	III.
1893	15,3	VIII.	−26,5	I.
1894	17,6	VII.	−20,4	I.
1895	14,8	VII.	−26,3	I.
1896	13,1	VII.	−23,7	I.
1897	15,5	VII.	−23,3	I.
1898	15,7	VIII.	−20,6	XII.
1899	15,3	VII.	−21,6	III.
1900	16,3	VII.	−25,1	III.

Höchste Temp. **19,0** VIII. 1892
Tiefste Temp. **−26,5** I 1893.

[1]) Freundlichst mitgeteilt von Herrn Dir. Billwiller.

Wir fügen noch die mittleren Monatstemperaturen dieser beiden Stationen bei:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Säntis 2500 m	−8,9	−8,4	−8,3	−4,6	−0,8	2,5	5,1	4,7	2,9	−1,7	−5,1	−8,0
Sonnblick 3100 m	−13,3	−13,6	−12,2	−8,9	−4,5	−1,2	−0,9	0,8	−1,1	−5,0	−7,9	−12,0

Jahresmittel: Säntis −2,5; Sonnblick −6,5

Wahrscheinliches Jahresmittel des Großglockner bei 3800 m = −11° C.
„ Wintertemperatur „ „ „ 3800 m = −17° C.
„ Sommertemperatur „ „ „ 3800 m = − 5° C.
Wahrscheinliches Jahresmittel „ Montblanc „ 4810 m = −14½° C.
„ Julitemperatur „ „ „ 3810 m = − 8° C. (Hann)

Diese Wintertemperaturen erhalten ihre volle Bedeutung erst, wenn wir bedenken, daß es bis auf die höchsten Höhen schneefreie „Windecken“ gibt, die von Pflanzen besiedelt sind; diese Pflanzen müssen ohne Schneeschutz diese Temperaturen aushalten und erwärmen sich tagsüber an hellen Tagen zweifellos bis 20—30° C. über 0°!

Über die Unempfindlichkeit der alpinen Vegetation gegen Frost und über den raschen Wechsel der Bedingungen finden sich in der Doktordissertation von Oswald Heer (Über die Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Teils des Kantons Glarus, 1835) folgende treffende Beobachtungen:

„Anfangs September 1828 fand ich die Erde in der Höhe von 2535 m ganz fest gefroren, während *Aretia*, *Phyteuma globulariaefolium*, *Potentilla frigida* usw., in schönster Blüte standen; sie litten aber nicht im geringsten von diesem Frost. Mittags tauten sie bei bedeutender Wärme wieder auf und blüten ganz fröhlich fort.“

Im Herbst 1831 waren während des ganzen Septembers die höheren Regionen mit Schnee bedeckt: „Ende dieses Monats aber erschien der Föhn und wehte bis Mitte Oktober sehr häufig; bis zu 2600 m hinauf schmolz der Schnee wieder weg. Die Pflanzen, die aus diesem Schnee hervortauchten, von dem sie einen vollen Monat bedeckt gewesen waren, blüten ganz fröhlich fort!“

J. Braun fand am 23. Dezember 1903 nach einer Föhnwoche am Calanda bei Chur bei 2100—2200 m folgende Pflanzen mit neuen vollständig und normal ausgebildeten Blüten: *Anemone vernalis*, *Gentiana verna*, *Anthyllis vulneraria*; Blütenknospen trugen: *Gentiana vulgaris*, *Sesleria coerulea* und *Erica carnea* (freundl. schriftl. Mitteil.).

Auch die im ganzen günstigen Bodentemperaturen zeigen in der Vegetationszeit selbst im Juni und Juli in Sils-Maria in Engadin bei 1809 m in jeder Tiefenschicht, von 5 bis 120 cm Tiefe Minima unter 0°.[1])

[1]) K. Diem, Untersuchungen über die Bodenfauna in den Alpen. Jahrbuch der St. Gallischen naturw. Gesellschaft. Jahrgang 1901/1902 St. Gallen 1903 S. 243.

§ 13. Die Luftbewegung.

Die mittlere Windgeschwindigkeit nimmt mit der Höhe zu. Das folgende graphische Schema für vier Stationen der Alpen auf verschiedener Meereshöhe zeigt das deutlich.[1])

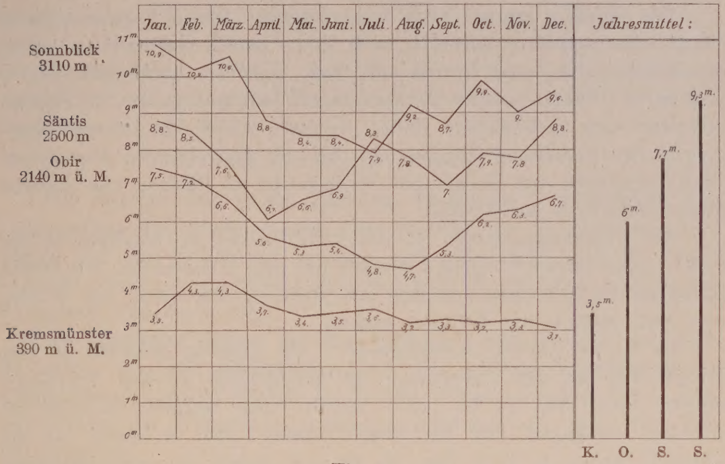


Fig. 11.

Zunahme der Windstärke mit der Höhe über Meer, ausgedrückt in mittlerer monatlicher Windgeschwindigkeit in Metern.

Wenn auch infolge der geringeren Luftdichte der Winddruck auf die Flächeneinheit geringer ist als bei gleicher Windstärke in der Ebene, so sind doch die mechanischen Wirkungen des Windes auf Gipfeln und Gräten sehr erhebliche. Flach dem Boden aufliegende Schieferplatten von Handgröße werden emporgewirbelt, dutzende von Gesteinstücken von Kirschgröße tanzen in den Lüften (mündliche Mitteil. von Prof. A. Heim). Auch kleine „Zyklonen“ von beträchtlicher Wirkung treten auf; so beobachtete Theobald[2]) im Sommer 1865 auf dem Calanda bei Chur, wie Gesteinstücke von einigen Zoll Durchmesser sich etwa einen Fuß hoch in die Luft hoben, im Kreise sich drehten und wieder niederfielen.

Die Bedeutung der gewaltigen Stürme der Alpen für die Vegetation ist eine mannigfache. Auf ihren Fittigen legen die mit Flug-

---

[1]) Ich verdanke die Zahlen der Freundlichkeit des Herrn Dir. Billwiller von der meteorol. Zentralstation in Zürich. Sie beziehen sich auf die Periode 1887—1890.

[2]) Theobald, Steinwirbel. Jahrbuch d. S. A. C. Bd. 4 1867/68 S. 534.

apparaten ausgerüsteten Samen weite Strecken zurück (siehe das Kapitel über Verbreitungsmittel!). Seine zerstörende mechanische Wirkung läßt auf der Höhe nur niedere Gewächse zu und verlangt eine feste Verankerung durch kräftige Wurzeln. Die starke und häufige Luftbewegung steigert die Verdunstungskraft der dünnen Alpenluft und bedingt einen Trockenheitschutz bei der Vegetation.

Das Gebirge erzeugt auch seine eigenen lokalen Luftströmungen, die für die Vegetation bedeutungsvoll sind. In den Gebirgstälern treten regelmäßige „Tag- und Nachtwinde“ auf; tagsüber talaufwärts, nachts talabwärts. Diese oft sehr heftigen Luftströmungen spielen als Samenverbreiter eine nachweisbare Rolle. Indirekt wirken sie auf die Tagesperiode der Bewölkung insofern ein, als die aufsteigenden Tageswinde die Kondensation von Nebeln und Wolken und die Bildung von häufigen Nachmittagsregen hervorrufen.

Am bedeutungsvollsten für das Pflanzenleben des Gebirges ist der Föhn, jener warme trockene Fallwind, der vom Alpenkamm mit großer Heftigkeit herniederstößt, je nach der Richtung der Täler aus Südost, oder Süd, seltener aus Südwest wehend.

Er ist der rechte „Schneefresser“; ein Föhntag schmilzt so viel Schnee weg als vier Sonnentage; er beschleunigt so den Frühlingseintritt, und läßt oft bis hoch hinauf einen warmen Nachsommer erblühen, verlängert also die Vegetationszeit; aber er treibt oft die Knospen heraus, zu einer Zeit, wo sie bald darauf, des Schneeschutzes bar, dem Spätfrost erliegen. Er trocknet Erde und Pflanzen aus; er drückt die Baumgrenze herab; er bläst an exponierten Stellen Grasnarbe und Dammerde weg, und deponiert letztere anderwärts; er verfrachtet Samen auf weite Fernen.

§ 14. **Niederschlagsverhältnisse.**

A. Luftfeuchtigkeit.

Der absolute Gehalt der Atmosphäre an Wasserdampf nimmt nach oben sehr rasch ab, infolge der niederen Temperatur. „In einer Seehöhe von 2000 m hat man schon die halbe Wasserdampfmenge der Atmosphäre unter sich, in 4000 m ca. $^3/_4$ derselben und in 6500 m volle $^9/_{10}$!“ Daher die Reinheit der Luft im Hochgebirge, welche die Intensität der Strahlung noch verstärkt.

In Bezug auf die relative Feuchtigkeit, den Grad der Sättigung der Luft mit Wasserdampf, ist das Alpenklima charakterisiert durch den raschen Wechsel zwischen großen Extremen. Tagelang streichen die Nebel um die Höhen, die Luft ist gesättigt mit Wasserdampf; aber eine Aufheiterung bringt rasch extreme Trockenheit. Denn die Verdunstungskraft (Evaporationskraft) der Atmosphäre ist in großen

Höhen eine größere, wegen der dünnen Luft, der starken Luftbewegung und der kondensierenden Wirkung von Firn und Gletschern. Selbst bei der gleichen relativen Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Windstärke ist doch infolge des verminderten Luftdruckes die Verdunstung eine viel stärkere. Der Schweiß verdunstet rasch, die Haut wird spröde und das Durstgefühl gesteigert. Das Fleisch läßt sich an der Luft trocknen; das Bündner „tiege Fleisch“ (lufttrockenes Fleisch) ist ein typisches Gebirgsprodukt. Für die Flora bringt also das Alpenklima eine lebhafte Vertrockungsgefahr mit sich, trotz der Nebel und der hohen Niederschläge und der reichlichen Bodenfeuchtigkeit: die Alpenflora ist eine Trockenflora.

B. Die Niederschläge.

Die Gebirge sind Inseln stärkeren Regenfalls; sie bewirken eine Kondensation der Wasserdämpfe dadurch, daß sie die Luft zum Aufsteigen und zur Abkühlung bringen; sekundär wirkt auch die reiche Vegetationsdecke und größere Bodenfeuchtigkeit steigernd auf das sie bedingende Phänomen ein.

Der Regenfall nimmt mit der Höhe zu, aber nur bis zu einem Maximum, um dann wieder zu sinken; der geringe Wassergehalt der Atmosphäre in großen Höhen ist Schuld daran. In den Alpen liegt nach Hann die Höhenzone maximaler Niederschläge nicht viel oberhalb 2000 m.

Dabei erfährt die Maximalhöhe der Wolken eine Verschiebung nach der Jahreszeit: im Winter liegt sie tiefer, im Sommer höher. Das kommt in frappanter Weise zum Ausdruck in den gewaltigen Massenerhebungen in Zentralasien (Thianschan). Dort liegt die Zone der Winterschneewolken bei 2500—3000 m; die höheren Regionen empfangen durch die höheren Sommerwolken reichlichen Regen, der einen üppigen Graswuchs erzeugt. Im Winter treiben die Boginzen ihre Pferdeherden auf das Hochland von 3400—3700 m Seehöhe, wo es ganz schneefreie Täler und Hügellandschaften mit gutem Futter gibt. Der Weg hinauf führt durch tiefen Schnee. Diese hochgelegenen Weiden, welche im Winter schneefrei sind, weil sie höher liegen als die Winterschneewolken und zugleich tiefer als die untere Schneegrenze, sind eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit der hohen Gebirgsgegend Zentralasiens. Der heitere Winterhimmel der Hochtäler unserer Alpen von 1300—1800 m Seehöhe ist nur ein schwaches meteorologisches Analogon davon.

§ 15. **Die Wirkung der Schneedecke.**

Die Schneebedeckung der Alpenregion dauert lange (7—9 Monate) und ist hoch. Es fallen oberhalb der Baumgrenze ca. 40—70 % der jährlichen Niederschläge als Schnee. Wenn wir die Mächtigkeit der

gesamten Schneefälle eines Jahres summieren, als frisch gefallen berechnet, erhalten wir im Durchschnitt folgende Zahlen:

Station	Höhe üb. Meer	Höhe d. mittl. jährl. Schneefalls	Zahl der Beobacht.jahre
Davos	1560 m	5,209 m	14
Grächen	1632 m	3,064 m (im trockenen Wallis!)	18
Bevers	1710 m	4,065 m	20
Grimsel	1874 m	17,075 m (Niederschlagsmax. d. Schweiz)	12
Gotthardhospiz	2100 m	13,695 m	9
Gr. St. Bernhard	2478 m	9,473 m	20
St. Theodulpaß	3333 m	2,4 m (direkt gemessen, teilweise gesintert)	1

In diesen Zahlen kommt auch die Abnahme des Schneefalls in großen Höhen (über 2000 m) zum Ausdruck.

Die Wirkungen der Schneedecke auf die Pflanzenwelt der Alpina sind folgende:[1])

Der Schnee schützt die Pflanzen vor den schädigenden Wirkungen zu tiefer Temperaturen und namentlich vor den Gefahren des Vertrocknens im Winter.

Er stellt ein stets fließendes Wasserreservoir dar und düngt den Boden durch die aus der Luft mitgerissenen Staubteilchen und hergewehten organischen Reste; der aus dem Schnee „ausapernde" feine schwarze Humus kann bis 50 % organische Substanz enthalten (Ratzel). Die gewaltige Schneelast mit ihrer mechanischen Wirkung einerseits, dem Verdunstungs- und Frostschutz andererseits üben eine gestaltende Wirkung auf die alpine Flora aus, indem sie Zwergformen züchten.

Eine eingehende vergleichende Untersuchung über die Vegetation schneegeschützter und schneefreier Stellen in den Alpen würde zweifellos manches Licht über die Wirkung der Schneedecke auf Gestalt und Verbreitung der Alpenpflanzen werfen. Bis jetzt existieren darüber nur vereinzelte Beobachtungen.[2]) Eine solche hat mir Herr Josias Braun in Chur freundlichst zur Verfügung gestellt.

Er hat Ende Dezember 1903 und im Januar 1904 ein Verzeichnis von folgende 40 Arten aufgenommen, welche an schneefreien Stellen zwischen 2100 und 2400 m mit grünen Blättern beobachtet wurden:

---

[1]) Vergl. auch Warming, Ökol. Pflanzengeogr. S. 85.

[2]) Vielleicht bringen uns die immer mehr zunehmenden Wintertouren unserer Alpinisten einmal als wissenschaftliche Nebenfrüchte eine Reihe solcher Beobachtungen!

(I. bedeutet immergrüne, Ü. = überdauernde Blätter, A. = Rotfärbung der Blätter, E. = dicht der Erde angeschmiegt, H. = stark behaart, L. = Lederblätter, S. = Succulente Blätter.)

	Potentilla aurea		*Sesleria coerulea*
	Alchimilla Hoppeana		*Galium silvestre*
H.	„ *pubescens*	A. E L.	*Thlaspi rotundifolium*
A. E.	*Hieracium auricula*	A. Ü.	*Helianthemum alpestre*
A. H.	*Geum montanum*	L. Ü.	*Saxifraga caesia*
A. E. L.	*Homogyne alpina*	L. Ü.	„ *aizoon*
A. E.	*Gentiana verna*	S. Ü.	„ *aizoides*
A. E.	„ *latifolia*	I. L.	*Azalea procumbens*
A. E.	„ *vulgaris*	I. L.	*Vaccinium vitis idaea*
H.	*Veronica bellidifolia*	I. L.	*Juniperus nana*
A. H.	„ *aphylla*	I. L.	*Erica carnea*
A. Ü.	„ *saxatilis*	I. L.	*Rhododendron ferrugineum*
A. H.	*Anemone vernalis*	I. L.	*Arctostaphylos uva ursi*
	Trifolium Thalii	I. L.	*Dryas octopetala*
H.	*Antennaria dioïca*	I. L.	*Polygala chamaebuxus*
S.	*Primula auricula*	I. L.	*Picea excelsa*
L.	*Carex firma*	Ü. S.	*Sempervivum montanum*
L.	„ *sempervirens*	Ü. L.	*Soldanella alpina*
	Anthyllis vulneraria	I. L.	*Salix reticulata*
	Daphne striata	A. Ü. L.	*Thymus serpyllum*

Bemerkenswert ist, daß die Mehrzahl dieser „alpinen Winterpflanzen“ Anpassungen an Schutz gegen das Austrocknen zeigen: 17 haben derbe immergrüne oder überdauernde Blätter, 4 haben immergrüne Lederblätter, 6 schmiegen sich dicht den Erdboden an usw. Die Austrocknungsgefahr ist im Alpenwinter bei dem gefrorenen Boden, den starken Winden, der reichen Besonnung und der enorm gesteigerten Verdunstungskraft natürlich sehr groß. Die Ansicht Kihlmanns, Warmings und Schimpers, wonach die Schneedecke als Verdunstungsschutz wichtiger ist denn als Kälteschutz wird durch obige Beobachtungen unterstützt.

§ 15. **Zusammenfassung.**

Fassen wir unsere Ausführungen über das Alpenklima in zweierlei Weise und in kürzerer Form zusammen: wir zählen zunächst die Veränderungen von Klima und Vegetationserscheinungen bei je 100 m Steigung auf, und lassen dann eine Übersicht über die Eigentümlichkeiten des Alpenklimas folgen.

Es finden beim Aufsteigen um 100 m folgende Veränderungen statt:

Die mittlere Jahrestemperatur der Luft sinkt um . . .	0,58° C.
Die Sommertemperatur sinkt um	0,73° „
Die Wintertemperatur sinkt um	0,45° „

Das Ausapern verzögert sich um	7,6	Tage
Das Einschneien tritt früher ein um	3,8	„
Die Aperzeit (schneefreie Zeit) verkürzt sich um	11,5	„
Die Frühlingsphänomene d. Vegetationen verzögern sich um	4,1	„
Die Herbstphänomene verzögern sich sehr wenig, nur um	$^1/_3$	„

Die Hauptcharaktere des Alpenklimas im Vergleich zum Ebenenklima sind folgende:

Luftdruck.

Niederer Luftdruck („dünne“ Luft).

Temperaturverhältnisse.

Niedere mittlere Jahrestemperatur ($-14\,^1/_2{}^0$ bis $1-2^0$ C.).

Geringere Jahresschwankung der Temperatur (relativ warmer Winter).

Starke Wärmeeinstrahlung und starke nächtliche Ausstrahlung; daher starke tägliche Wärmeschwankung besonnter Objekte (trotz geringerer täglicher Wärmeschwankung der Luft im Schatten!).

Relativ höhere Bodentemperatur.

Stärkerer Unterschied nach den Expositionen.

Lichtwirkung.

Intensiveres Licht.

Relativ mehr ultraviolette Strahlen.

Größere Heiterkeit des Winterhimmels, besonders um Mittag herum.

Vegetationszeit.

Kürzere Dauer derselben (6 Wochen bis 5 Monate).

Später Anfang derselben, mit langen hellen Tagen und kurzen kalten Nächten.

Höhere Lufttemperatur beim Beginn der Vegetation, zur Zeit der Schneeschmelze.

Auch während der Vegetationszeit häufig Schnee und Frost bei sehr tiefen Minimaltemperaturen.

Für schneefreie Stellen Vegetationsmöglichkeit auch im Winter, dank der vermehrten Insolation.

Hydrometeore.

Geringerer absoluter Gehalt der Luft an Wasserdampf.

Starker Wechsel der relativen Luftfeuchtigkeit, bald absolute Sättigung, bald starke Trockenheit.

Stärkere Evaporationskraft.

Reichlichere Niederschläge (etwa bis 2000 m, darüber hinaus Abnahme!).

Größere Schneehöhen, mit Schutz gegen Frost- und Vertrockungsgefahr.

Andere tägliche und jährliche Periode der Nebelbildung und Bewölkung, Maximum Nachmittags und im Sommer.

Luftbewegungen.

Größere mittlere Windstärke.

Regelmäßige starke Tal- und Bergwinde.

Zeitweilige starke Steigerung von Wärme und Trockenheit durch Föhnwinde.

Zweites Kapitel.

Der Boden, die Standorte und die Pflanzengesellschaften.

§ 1. Der Standort.

Unter dem Ausdrucke „Standort" einer Pflanze pflegt man alle Lebensbedingungen, unter denen sie an einer bestimmten Lokalität wächst, zusammenzufassen. Der Ort an welchem die Pflanze wächst, muß also doppelt bezeichnet werden:

1. als Lokalität, d. h. als topographischer Begriff, auf der Karte anzugeben, mit einem Ortsnamen zu bezeichnen;

2. als Standort, als ökologischer Begriff, d. h. als eine bestimmte Zusammenwirkung von äußeren Bedingungen, denen die Pflanze angepaßt ist.

Diese den „Standort" im weitesten Sinne bedingenden Faktoren sind dreierlei Natur:

a) klimatische Faktoren: Luftdruck, Lufttemperatur, direkte Besonnung, Luftfeuchtigkeit, Niederschläge, Windstärke;

b) edaphische[1]) Faktoren: Physikal.-chemische Eigenschaften des Bodens: Wassergehalt, Wärmekapazität, Durchläßigkeit, mechanische Gemengteile, Gehalt an Nährstoffen usw.;

c) organogene Faktoren: d. h. durch die am selben Ort lebenden Pflanzen und Tiere bedingte Eigenschaften des Standorts: Humusbildung, Beschattung, Windschutz, Mitwirkung in Ernährungsgenossenschaften, Konkurrenz.

Diesen „natürlichen" Faktoren gesellt sich als vierte Gruppe die der „Kulturfaktoren" dazu, die Eingriffe des Menschen und der seiner Leitung unterstellten Haustiere. In der alpinen Region beschränkt sich dieser Einfluß meist auf Düngung (mit Stalldünger), Mähen und Beweiden, ist aber auf die Zusammensetzung der Flora von tiefgreifendem

---

[1]) edaphisch = den Boden betreffend (von Schimper eingeführte Bezeichnung).

Einfluß. Er wirkt modifizierend auf die Bodeneigenschaften (die Düngung z. B. beeinflußt die physikalisch-chemische Bodenbeschaffenheit). Er begünstigt manche Pflanzen, benachteiligt andere im Konkurrenzkampf, teils indirekt, teils aber auch direkt durch mechanische Eingriffe auf die Pflanze (Mähen und Weiden, also wiederholtes Verstümmeln).

Es gibt kaum ein Gebiet, wo auf engem Raum so mannigfaltige Standortsbedingungen sich zusammendrängen wie das alpine, und wo demzufolge auch der Pflanzenteppich so rasch wechselt. Denn die Vegetationsdecke, die Pflanzengesellschaften sind der getreueste Ausdruck der Bedingungen der Unterlage. Die Vegetation reagiert prompt auf kleine Unterschiede, besonders von Feuchtigkeitsgehalt, Kalkgehalt und Düngungszustand des Bodens, und es gehört zu den anregendsten Beschäftigungen und Studien des Alpenwanderers, diesen gesetzmäßigen Zusammenhängen nachzuspüren. Für den Alpenwirt und den Gebirgsförster ist die Kenntnis derselben von eminent praktischer Bedeutung: kann er doch aus dem Pflanzenbestand seiner Weiden die nötigen und möglichen Kulturmaßregeln zur Verbesserung derselben herauslesen, oder die Möglichkeit der Aufforstung darnach beurteilen.

Machen wir uns einmal das Zustandekommen und die Tragweite der Pflanzengesellschaften für die Beurteilung des Bodens klar! Wir müssen dazu eine Begriffsbestimmung vorausschicken.

§ 2. Flora und Vegetation.

Die moderne Pflanzengeographie macht einen scharfen Unterschied zwischen diesen beiden Begriffen: Als Flora eines bestimmten Gebietes bezeichnen wir die Summe aller auf demselben vorkommenden Pflanzenarten, die Liste der Arten, die Pflanzenliste. Unter Vegetation dagegen begreift man die Abhängigkeit dieser Pflanze von den äußeren Bedingungen, ihre Gruppierung zu bestimmten Pflanzengesellschaften, ihre Anpassungserscheinungen, kurz das „Pflanzenleben“ dieser Gegend. Die Florenliste bildet die Grundlage, die Vegetationsschilderung das zu erstrebende Ziel einer pflanzengeographischen Untersuchung.

§ 3. Bedingungen für die „Flora“.

Die Flora eines bestimmten Gebietes, sagen wir einmal der alpinen Region der Alpenkette, setzt sich zusammen aus denjenigen Pflanzenarten, welche

a) im Gebiete aus anderen entstanden sind;
b) ins Gebiet auf natürlichem Wege eingewandert sind;
c) ins Gebiet unter Mitwirkung der Menschen eingeführt sind.

a) und b) stellen die autochthone, spontane, wilde, ursprüngliche Flora dar, c) die eingeführte. Lassen wir die letztere vorläufig beiseite, so können wir die Faktoren, welche die Artenliste von a) und b) bedingen, etwa folgendermaßen gruppieren:[1])

A) **Ökologische Faktoren**: Bedingungen des Gedeihens und Einwanderns unter den jetzigen Verhältnissen.

1. Klimatische Faktoren des Gebietes: sie lassen nur solche Pflanzen gedeihen, welche denselben angepaßt sind, sie liefern also quasi das Grundmaterial. In der alpinen Region kommen Pflanzen vor, welche klimatisch indifferent sind, also von der Ebene oder von unteren Regionen heraufsteigen können, und Pflanzen, welche nur dem alpinen Klima angepaßt sind.

2. Wanderfaktoren: Die Mittel und Wege, welche eine Einwanderung der Pflanzen durch ihre Keime (Samen, Bulbillen) möglich machen: Verbreitungsausrüstungen (Flugapparate, Häkelapparate usw.), Verbreitungsagentien (Wind, Vögel, Säugetiere, Wasser) und Wanderungshindernisse (Meeresarme, Bergketten, Wüsten). Dr. Vogler hat für die Alpenflora nachgewiesen, daß bei der Einwanderung eine Bevorzugung der „anemochoren" Arten, d. h. der durch den Wind verbreiteten stattfand, und daß vielfach bei der Besiedelung bestimmter Lokalitäten der Einfluß des Windes maßgebend ist.

3. Organogene Faktoren („Lebenslage" nach Drude): Tiere und Pflanzen, welche zum Gedeihen des Einwanderers nötig sind oder welche ihn vernichten:

Bestäubungsvermittelnde Insekten: Kronfeld hat gezeigt, daß Eisenhutarten nur dort vorkommen, wo auch die bestäubenden Hummeln sich finden. Die Verbreitungsareale der Gattungen Bombus und Aconitum decken sich nahezu.

Honigdiebe: Kerner hat nachgewiesen, daß in manchen Gebieten der österreichischen Alpen Eisenhutarten deshalb aussterben, weil sie infolge Honigraubes nicht mehr regelmäßig bestäubt werden und deshalb keine Früchte ansetzen.

Wirtspflanzen: Daß Parasiten nur dort vorkommen können, wo die Wirtspflanze, auf die sie angewiesen sind, sich findet, ist einleuchtend.

---

[1]) Vergl. über diese Fragen die wichtigen Abhandlungen von P. Jaccard: Gesetze der Pflanzenverteilung in der alpinen Region auf Grund statistisch-floristischer Untersuchungen. Flora 1902 Bd. 90 III. Heft. — Etude géobotanique de la flore du haut bassin de la Sallanche, Revue générale de botanique, Tome X p. 32. — Contribution au problème de l'immigration postglaciaire de la flore alpine, Bull. d. la. soc. vaudoise des sciences nat. XXXVI p. 81. — Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses, ibid. XXXVII p. 241. — Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura, ibid. XXXVII p. 547.

Nährsubstratlieferanten für Saprophyten und Humusbewohner: wo keine Exkremente von Wiederkäuern liegen, da ist das Vorkommen mancher eng an sie gebundener Arten der *Splachnaceen* (einer Gruppe von Moosen) ausgeschlossen; wo kein Humus aus verwesenden Pflanzen sich bildet, da fehlen die Humuspflanzen usw.

Fehlen gewisser Bestandteile der Bodenflora und Bodenfauna: wir wissen jetzt, daß der Boden ein komplizierter Organismus ist, nicht ein totes anorganisches Substrat, sondern durchsetzt von einer bunten Gesellschaft von pflanzlichen und tierischen Lebewesen. Diese üben auf die chemische Zusammensetzung und den physikalischen Zustand des Bodens die allergrößte Wirkung aus: die Mikroben erzeugen Nitrite und Nitrate aus Ammoniak und verzehren dabei die kohlensauren Salze des Bodens (nitrifizierende Bodenbakterien), sie zersetzen die Stickstoffverbindungen (denitrifizierende Bakterien), sie assimilieren den atmosphärischen Stickstoff (*Azotobacter*); die Tiere (Würmer, Tausendfüßler, Milben, Insektenlarven) durchwühlen und zerkleinern den Boden, begünstigen seine Durchlüftung und Verwitterung, befördern die Verwesung organischer Bestandteile und vermehren den Humusgehalt.

Es haben neuerdings Bretscher[1]) und Diem[2]) umfangreiche Untersuchungen über die Bodenfauna der Alpen angestellt. Letzterer hat an 86 Standorten, von 1300—2700 m ü. M. gelegen, die gesamte Bodenfauna unter einer Fläche von $^1/_{16}$ qm festgestellt. Er fand noch bei 2694 m am Piz Chüern im Fextal im Oberengadin auf einer Weide unter einer Fläche von $^1/_{16}$ qm bis zur Tiefe von 8 cm (in der Wurzelregion) im Ganzen 202 tierische Organismen (2 *Nematoden*, 176 *Enchytraëiden*, 8 Larven, 1 *Collembole* und 2 *Acariden*, also hauptsächlich Würmer und Insektenlarven); auf einer Fettwiese bei Curtims im selben Tal bei 1950 m fanden sich sogar 1488 Tiere, darunter 1291 Würmer. Bretscher sah auf einer Magermatte bei Cresta in Avers bei 1950 m sogar 4860 *Enchytraëiden*. Diese Zahlen mögen einen Begriff davon geben, wie reich noch in großen Höhen die Bodenfauna ist.

Inwieweit freilich diese bodenbildenden Organismen eine bestimmte geographische Verteilung zeigen, und inwieweit sie dadurch die geographische Verbreitung bodenständiger Pflanzen beeinflussen, darüber wissen wir noch sehr wenig.

Fehlen oder Vorkommen von symbiontischen Pilzen der Wurzelknöllchen und der Pilzwurzeln.

Man sieht aus dieser übrigens ganz unvollständigen Übersicht, eine wie ungeheuer verwickelte Erscheinung die Besiedelung eines Gebietes ist, welch' mannigfaches Faktorengemisch die Flora eines Gebietes bestimmt.

---

[1]) C. Bretscher, Beiträge z. Kenntnis d. Oligochaetenfauna d. Schweiz. Revue suisse d. Zoologie 1899 und eine Reihe anderer Aufsätze.

[2]) K. Diem, Untersuchungen über die Bodenfauna der Alpen. Jahrbuch d. naturwiss. Ges. St. Gallen 1901/1902. St. Gallen 1903.

B) **Historische Faktoren.** Dann kommt noch eine weitere Komplikation: die Möglichkeit nämlich, daß ein früherer Zustand der Dinge seine Spuren hinterlassen hat; es kann das Klima, es kann die Oberflächengestaltung anders gewesen sein; dadurch waren die Wanderungsmöglichkeiten andere, und manche Arten verdanken ihre Anwesenheit in unserem Gebiet solchen früheren Verhältnissen. Da spielt also ein historischer Faktor noch hinein, oder mit anderen Worten, die früheren ökologischen Faktoren.

Dafür nur ein Beispiel: es wird später ausführlich gezeigt werden, daß manche Bestandteile unserer Alpenflora aus dem Norden stammen. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen bilden die weiten Ebenen zwischen Alpen und Arctis ein absolutes Wanderungshindernis von klimatischer Natur. Es gab eine Zeit, wo dieses Hindernis nicht bestand, die Eiszeit, wo auch in der Ebene ein arctisch-alpines Klima herrschte, und wo eine Wanderung vom Norden nach den Alpen stattfinden konnte. Die Verhältnisse der Eiszeit spielen also als historischer Faktor in der Zusammensetzung der Alpenflora eine große Rolle.

C) **Der Konkurrenzfaktor.** Eine Art kann aus einem Gebiet ausgeschlossen sein oder vertrieben werden durch andere besiedlungstüchtigere Arten. Die Beschränkung der eigentlichen Alpenpflanzen auf ihr Gebiet ist vielfach nur Folge von Konkurrenz: viele Alpenpflanzen gedeihen in den Gärten der Ebene ganz gut, könnten also auch im Freien gedeihen: dort werden sie aber durch die Konkurrenz der anderen Arten vertrieben.

Fassen wir zusammen, so können wir sagen: die „Artenliste“ (Flora) eines bestimmten Gebietes wird bedingt durch Klima, Boden, Helfer und Feinde in Tier- und Pflanzenwelt, durch die Geschichte des Gebietes und durch die Konkurrenz (klimatische, edaphische, organogene, historische und Konkurrenzfaktoren).

§ 4. Die Bedingungen der Vegetation.

Die Vegetation, d. h. die Pflanzendecke in ihrer Abhängigkeit vom Standort, wird eben durch die Standortsbedingungen geregelt. Die einzelnen Standorte suchen sich gleichsam aus dieser vom Klima gelieferten Artenliste die auf ihnen möglichen Arten aus, und deren durch Konkurrenz bedingte Mischung liefert dann bestimmte Pflanzengesellschaften, welche für ihre Standorte bezeichnend sind.

Wir kennen bis jetzt weder die Standortsansprüche der einzelnen Arten, noch die Standortsbedingungen selbst genügend, um für jede bestimmte Faktorenkombination die ihr entsprechende Pflanzengesellschaft etwa voraussagen zu können. Das wäre aber das Ideal, nach dem die Standortskunde zu streben hat.

Die Bodenchemie lehrt uns wohl die einzelnen Bestandteile des Bodens kennen, nicht aber ihre Zugänglichkeit für die Pflanzenwurzel. Der Bodenphysik gebricht es noch an einfachen Methoden, um den Feuchtigkeitsgehalt, die Wärmeabsorption, die Durchlässigkeit des Bodens zahlengemäß darzustellen. Und die Bodenbiologie ist erst in ihren Anfängen, und noch weit entfernt davon, eine Diagnose eines gegebenen Bodens stellen zu lassen.

Wir haben es also beim Zustandekommen einer besonderen Pflanzengesellschaft auf einem bestimmten Standort mit dem Zusammenwirken dreier unvollständig bekannter Faktorenkomplexe zu tun: den Eigenschaften des Standortes, den Ansprüchen der Pflanzen an dieselben und der Konkurrenz; es ist ein hoffnungslos verwickeltes Problem, dessen gründliche Lösung noch Generationen von Forschern beschäftigen wird.

Vorderhand bleibt uns die Aufgabe, den Zusammenhang der Pflanzen und Pflanzengesellschaften mit bestimmten, physikalisch und chemisch soweit möglich zu charakterisierenden Standorten nachzuweisen. So kommen wir zu der Möglichkeit, umgekehrt aus der Vegetation die Standortsbedingungen zu erschließen. Fehlschlüsse sind freilich dabei nicht zu vermeiden, einerseits weil die Faktoren sich gegenseitig ersetzen können, andererseits weil die Ansprüche der Pflanzen oft in weiten Grenzen schwanken.

§ 5. Übersicht der alpinen Standorte, nach dem Boden charakterisiert.

Wir können hier etwa folgende Gruppen unterscheiden:

I. Fels, kompaktes Gestein, auf welchem die Pflanzen wachsen;
  zu unterscheiden
    nach Gesteinsarten,
    nach Bewässerung: trockener und bewässerter Fels,
    nach der Zerklüftung: Felsfläche oder Felsspalte.

II. Schutt (Grus) oder Kies, lose Gesteinstrümmer, zwischen welchen die Pflanzen wachsen, bis zum Durchmesser von 1 mm herab;
  zu unterscheiden
    nach der mineralogischen Beschaffenheit des Gesteins,
    nach der Entstehung (Schutthalden, Schuttkegel, Moränen, Blockgipfel, Bergsturzschutt, Kiesbänke),
    nach der Bewässerung: trockener und bewässerter Schutt,
    nach dem Gehalt an Humus oder Ton zwischen dem Grus (humoser Grusboden, lehmiger oder merglicher Grusboden, reiner Grusboden).

III. Sandboden, Körner unter 1 mm Größe bilden den Hauptbestandteil;
zu unterscheiden
nach Humus- und Tongehalt,
nach der Bewässerung.

IV. Lehmboden: Gemenge von Sand und Ton (Sand 50—80 %, Ton 50—20 %).

V. Tonboden: durch den hohen Tongehalt klebrig (meist über 60 % Ton).

VI. Mergelboden: Kalk 5—50 %, sonst Ton.

VII. Kalkboden: Kalk über 50 %.

VIII. Humusboden, mit über 50 % Humus;
als Grashumus, Waldhumus, Riedhumus und Mooshumus, Heidehumus.

§ 6. Übersicht der alpinen Standorte nach Pflanzengesellschaften.

Der Standort bedingt die Pflanzengesellschaft, sagten wir oben ganz recht, aber umgekehrt können wir ebenso gut sagen: die Pflanzengesellschaft beeinflußt die Standortsbedingungen in hohem Maße, sie schafft selbst einen eigenartigen Standort, sie ist ein Standort. Das dichte Heidekrautgestrüpp erzeugt einen ganz eigenartigen schwarzen, nährstoffarmen Humus, der eine Menge von Arten ausschließt. Der Teppich der Torfmoose, der auch in der alpinen Region vorkommt, schafft durch seine Mineralarmut, sein schwammartiges Aufsaugungsvermögen von Wasser und sein ständiges Emporwachsen einen Standort der nur wenige bestimmte Begleiter zuläßt usw.

Jeder geschlossene, den Boden dicht bedeckende Pflanzenbestand führt als neue Standortsbedingung die Raumnot ein, die nur konkurrenzfähigen Arten die Existenz ermöglicht. Die Zusammensetzung einer geschlossenen Pflanzengesellschaft ist der ständig im labilen Gleichgewicht befindliche Ausdruck des Kampfes Aller gegen Alle.

Also durch starke Einwirkung auf das Substrat, durch Beschattung, durch Windschutz, durch Konkurrenz stellt jede geschlossene, den Boden dicht bedeckende Vegetation neue, von ihr selbst abhängige Standortsbedingungen her.

Ganz anders bei „offenen" Formationen, wo das unorganische Substrat dominiert, wo jede Pflanze weit von der anderen entfernt wächst, eine direkte Konkurrenz, eine Raumnot nicht existiert. Hier ist der Boden allein ausschlaggebend.

Wir können die alpinen „Pflanzenformationen" zum Zwecke einer Charakterisierung der Standortsansprüche der Einzelart etwa folgendermaßen gruppieren:

A) **Geschlossene Formationen,** den Boden dicht bedeckend:

I. Vorwiegend aus Holzpflanzen bestehend.

1. Formation der **Gebüsche,** aus höheren, $^1/_2$—2 m hohen Sträuchern bestehend.

Legföhrengebüsch,
Alpenrosengebüsch,
Alpenerlengebüsch,
Alpenweidengebüsch.

2. Formation der **Zwergsträucher und Halbsträucher,** niedrige, aber aufrecht wachsende Sträucher $^1/_6$ — $^1/_3$ m hoch, entweder ganz verholzend (Zwergsträucher, z. B. die Besenheide, Preißelbeere), oder teilweise absterbend (Halbsträucher).

Zwergstrauchheide, vorwiegend aus Erikazeen, Heidekraut und seinen Verwandten gebildet, aus Heidelbeere, Preißelbeere, Moorbeere, Rauschbeere.

3. Formation der **Spaliersträucher** mit horizontal ausgebreiteten Zweigen und Ästen.

Azaleenspalier, vorwiegend aus der niederliegenden Azalee (*Azalea procumbens*) zusammengesetzt.

Silberwurzelspalier, aus *Dryas octopetala.*

Gletscherweidenspalier aus *Salix retusa, serpyllifolia* und *reticulata.*

4. Formation der **Rasensträucher,** eine rein alpine und nordische Formation, aus ganz in die Erde gewurzelten Holzpflanzen bestehend, deren Zweigspitzen, über der Erde vorragend, einen dichten Rasen bilden, eine Wiese aus Strauchzweigen!

Zwergweidenrasen, aus *Salix herbacca* gebildet.

II. Vorwiegend aus Kräutern bestehend.

Vegetationstypus der „Grasflur".

Formationsgruppe der Wiese, d. h. eine ausschließlich oder vorwiegend aus krautigen Pflanzen bestehende, den Boden in dichtem Schluß überziehende Vegetation. In der alpinen Region die weitaus herrschende Pflanzenformation.

Wir können die alpinen Wiesen nach der Feuchtigkeit des Bodens gruppieren in folgende Formationen:

5. Formation der **Trockenwiese,** auf trockenen Boden, von trockenheitliebenden Pflanzen gebildet („Xerophyten").

6. Formation der **Frischwiese,** auf frischem Boden, von Pflanzen von mittleren Feuchtigkeitsbedürfnissen (Mesophyten).

7. Formation der **nassen Wiese,** auf stark wasserdurchtränktem Boden, mit feuchtigkeitsliebenden Pflanzen (Hygrophyten).

In unserem reichbevölkerten Land ist auch der letzte Ausläufer der nutzbaren Pflanzendecke dem nimmersatten Menschen nicht entgangen. So ist denn $^9/_{10}$ aller alpinen Wiesen durch den Einfluß des Menschen in ihrem Pflanzenbestand mehr oder weniger verändert, namentlich durch Düngung, Mähen und Weiden. Diese Kultureinflüsse haben durch ihren seit Jahrhunderten wiederholten Einfluß die Wirkung konstanter natürlicher Faktoren erlangt, und der Wechsel im Wiesenbild des Alpengeländes ist schlechterdings unverständlich ohne die Kenntnis der Bewirtschaftung. Es muß deshalb hier eine gedrängte Übersicht der Wiesen nach ihrer Beziehung zur Alpwirtschaft gegeben werden.

Wir unterscheiden hier folgende Kategorien, welche sich im Einzelfall unter die auf die Feuchtigkeitsverhältnisse basierten Formationen leicht subsummieren lassen.

𝔄) Naturrasen, vollständig unberührte Wiesen, weder gemäht, noch geweidet, noch gedüngt, noch entwässert oder bewässert, also in reiner Ursprünglichkeit erhalten.

𝔅) Kulturrasen, oder besser, nach der Terminologie von Krause. Halbkulturrasen, aus dem Naturrasen hervorgegangen durch irgend eine Art der Beeinflussung durch Mensch oder Haustier.

1. Streuewiese, zur Einstreu für das Vieh gemäht, meist der Formation der nassen Wiese angehörig.

2. Futterwiese, Rauhfutter für das Groß- oder Kleinvieh liefernd, gemäht oder beweidet.

α) Mähewiesen oder Matten: Hauptnutzung ist das Heu, als Nebennutzung kann Weide auftreten. Die Matte ist entweder „zweischürig", wenn sie im Jahr zwei Schnitte, Heu und Grumet, liefert, oder sie ist „einschürig", oder gar „halbschürig", wenn sie nur alle zwei Jahre gemäht wird („Faduscht" nennt man in Graubünden solche Wiesen).

Je nach der Düngung unterscheiden wir:

a) Fettmatten, regelmäßig mit animalischem Dünger behandelte Wiesen (hierher auch die „Einschläge", d. h. umfriedete und gedüngte Wiesen bei den Sennhütten).

b) Magermatten, ungedüngte, aber vermarchte und regelmäßig gemähte Wiesen (hierher die „Heuberge" und „Mähder").

c) Wildheuplanggen, ebenfalls ungedüngte Grasbänder und Halden welche nicht vermarcht sind und unregelmäßig geheut werden („Graslöser", „Tristbeetli").

β) Weiden, ausschließlich und regelmäßig von Groß- oder Kleinvieh abgeweidete Strecken (Kuh-, Ochsen-, Galtvieh-, Roß-, Schaf- oder Ziegenweide).

Durch eine besondere, düngerliebende Flora sind auf der Weide ausgezeichnet:

die „Geilstellen", d. h. kleinere Flecken, wo ein verwesender Kuhfladen eine üppigere Flora erzeugt;

die „Läger", d. h. die ausgedehnten ebenen Plätze um die Sennhütten oder auf den offenen Weiden, wo durch das regelmäßige Zusammenkommen vielen Viehes der Boden überdüngt ist und eine hochstenglige Unkrautflora nährt („Lägerflora").

B) **Offene Formationen,** d. h. aus isolierten, den Boden nicht dicht bedeckenden Individuen bestehend.

Offene Formationen werden entweder durch die Höhenlage oder durch den Boden (Fels, Schutt, Sand) oder durch die Trockenheit des Klimas (Steppe) bedingt.

Die geschlossene Rasennarbe löst sich nach oben zuerst in einzelne Rasenflecke, dann in einzelne Individuen auf. Wie wir bei der Baumgrenze eine „Grenzzone" oder „Kampfzone" mit allmählicher Auflösung des Waldes unterscheiden konnten, so auch bei der „Rasengrenze". Man hat diese Zone auch etwa als die des „Plänkler Rasens" bezeichnet:[1]) Sie ist das biologische Gegenspiel zur Zone der perennierenden Schneeflecken, deren untere Begrenzung die „orographische" Schneegrenze Ratzels bildet. Plänklerrasen und Schneeflecken alternieren miteinander. Wo man die Wiese in die Fels- oder Schuttflur übergehen lassen will, ist Sache der Willkür.

---

[1]) Vergl. Stebler u. Schröter, Die Fürstenalp und die Futterbauversuche auf dem alpinen Versuchsfeld daselbst. Ldw. Jahrb. d. Schweiz, 1889, Bd. III.

Wir scheiden zunächst eine offene Formation aus, die durch ihre Physiognomie bezeichnet ist und auf Humus- und Schuttboden sich findet.

8. Formation der **Karfluren**, d. h. hochstenglige üppige Kräuter in lückigem Verband, auf humusreichem Boden zwischen den Alpenerlen und im Grunde feuchter Schluchten; in Österreich werden solche Schluchten „Kar" genannt, daher der von Kerner eingeführte Ausdruck.

Die übrigen offenen Formationen werden nach ihrem Substrat benannt, auf welchem die Flora in einzelnen Individuen auftritt.

9. Formation der **Sandfluren.**

10. Formation der **Schuttfluren** (auf Moränen, Schutt, Schutthalden, Schuttkegeln usw.).

11. Formation der **Felsflora.**

Die bisher genannten Formationen werden aus Landpflanzen gebildet. Es reiht sich denselben noch der Vegetationstypus der Süßwasservegetation an, an den Quellen, Bächen, Tümpeln und Seen der alpinen Region.

Hier können wir folgende Formationen unterscheiden:

12. Formation des **Limnoplanktons,** bestehend aus den mikroskopischen, im Wasser schwebenden Algen und Pilzen („Schwebeflora"); da wir uns nur mit den Blütenpflanzen befassen, fällt dieselbe für uns weg.

13. Formation der **Hydrochariten** oder der Schwimmflora: auftauchende oder untergetauchte nicht wurzelnde Blütenpflanzen (Wasserlinse, Tausendblatt usw.).

14. Formation der **Nereiden,** d. h. der bodenständigen Wasserpflanzen auf fester Unterlage, ebenfalls meist durch blütenlose Pflanzen repräsentiert.

15. Formation der **Limnäen,** d. h. der bodenständigen Wasserpflanzen auf losem Grunde (Schlamm) aus Laichkräutern usw. bestehend.

16. Formation der **Rohrsümpfe**, aus hohen Sumpfpflanzen bestehend, die weit ins Wasser hinausgehen (z. B. Schilf, Binse), aber landwärts in die nassen Wiesen übergehen.

§ 6. Das Verhalten der einzelnen Arten zu einigen Bodenfaktoren.

1. Verhalten zum Düngungszustand des Bodens.[1]

Bei der alpinen Wiesenflora ist, wie wir oben gesehen haben, der Grad der Düngung mit Stalldünger von weittragendem Einfluß auf die Flora. Manche Arten werden dadurch begünstigt im Konkurrenzkampf, die andern vertrieben. Der Faktor „Düngungszustand" ist freilich eine komplexe Größe; ein reich gedüngter Boden ist nicht nur reicher an Stickstoff, sondern auch physikalisch anders als ein ungedüngter: besser durchlüftet, von größerer Wärme- und Wasserkapazität usw. Auf diesen Faktorenkomplex reagieren verschiedene Arten verschieden. Wir können etwa folgende Grade unterscheiden:

Düngerfordernd sind solche Arten, welche gar nie oder selten auf ungedüngten Beständen vorkommen, auf gedüngten die andern zurückdrängen, so daß sie dominierend werden. Man kann sie auch als „Düngerzeiger" bezeichnen, da ihre Anwesenheit sicher auf gedüngten

[1]) Vergl. Stebler u Schröter, Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. II. Einfluß der Düngung auf die Zusammensetzung der Grasnarbe. — Landw. Jahrbuch d. Schweiz, Bd. I 1887.

Boden schließen läßt. Manche Wiesenpflanze der Ebene kann nur auf gedüngten Beständen die Konkurrenz der Alpenpflanzen besiegen und ist also für die alpine Region düngerfordernd (Löwenzahn, *Poa annua*).

Düngerliebend sind solche Arten, die auch auf ungedüngten Beständen vorkommen, aber durch die Düngung begünstigt werden. Man kann sie also „Düngerdeuter" nennen, da ihr massenhaftes Vorkommen auf starke Düngung deutet.

Will man die Unterscheidung zwischen 1. und 2. nicht durchführen, so kann man als Düngerzeiger überhaupt alle jene Arten bezeichnen, welche durch Düngung im Wachstumstreit begünstigt werden.

Umgekehrt werden solche Arten, die vorzugsweise auf magerem, d. h. ungedüngtem Boden vorkommen, und welche durch Düngung vertrieben werden, als Magerkeitszeiger bezeichnet. Auch hier könnte man zwei Kategorien unterscheiden: düngerfliehende Arten und düngerfürchtende; auf die letzteren scheint der Dünger direkt schädigend zu wirken.

Es ist einleuchtend, daß eine gründliche Kenntnis der Düngerzeiger und Magerkeitszeiger dem Praktiker eine wichtige Handhabe gibt, um den Düngungszustand eines gegebenen Bodens aus der Flora zu beurteilen.

Vergessen wir aber nicht, daß es auch Arten gibt, welche sich gegenüber dem Dünger indifferent verhalten und auf gedüngten wie magern Beständen gleich häufig vorkommen.

2. Verhalten zur Feuchtigkeit.

Die Feuchtigkeit ist der große Regulator des Pflanzenlebens. Die Pflanzengesellschaften reagieren am stärksten auf Änderungen im Feuchtigkeitsgehalt des Bodens: das zeigt uns jede Wiese, wo auf den trockenen Maulwurfshügeln eine andere Flora sich ansiedelt als um dieselben, und wo jede kleine feuchtere Depression sich bemerkbar macht.

Bei keinem Faktor ist auch der Einfluß auf den gesamten Bau der Pflanze ein so deutlicher. Die Bewohner trockenen Bodens schützen sich in der mannigfaltigsten Weise gegen die Gefahren der Vertrocknung. Man nennt solche Pflanzen „Xerophyten" und ihre Anpassungen „xerophytische". Ihnen gegenüber steht als anderes Extrem die Gruppe der „Hygrophyten", der feuchtigkeitsliebenden Pflanzen, ebenfalls am äußeren und inneren Bau zu erkennen. Die ganze große Schar von Pflanzen, welche sich mit einer mittleren Feuchtigkeit begnügen, hat Warming als „Mesophyten" bezeichnet, während Schimper den Ausdruck „Tropophyten" oder „Wechselpflanzen" für solche Arten einführte, welche im Sommer mesophyt, im Winter xerophytisch gebaut sind, wie z. B. unsere laubabwerfenden Bäume.

3. Verhalten zum Humus.

Als Humus bezeichnen wir bekanntlich den Gehalt des Bodens an mehr oder weniger zersetzten pflanzlichen und tierischen Resten. Der Humusgehalt hat einen tiefgreifenden Einfluß auf die gesamten physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens: der Boden wird dunkler gefärbt, dadurch leichter erwärmt; seine wasserhaltende Kraft erhöht sich, er hält das Wasser sehr fest und hebt es rascher aus den tiefen Schichten; er absorbiert mehr Bodennährstoffe und stellt selbst, durch die verwesenden organischen Bestandteile eine indirekte Nährstoffquelle für die Pflanzen dar.

Durch die „Verwesungspflanzen“ oder Saprophyten werden die organischen Bestandteile des Bodens direkt als Nährstoffe benutzt. Hierher gehören sicher und unzweifelhaft die chlorophylllosen Humusbewohner, die freilich in der alpinen Region mit dem Walde fehlen. Dann gehören sehr wahrscheinlich auch eine große Zahl grüner Pflanzen dazu, doch liegen darüber noch keine ausreichende Versuche vor. Soviel ist zweifellos, daß viele Alpenpflanzen einen hohen Humusgehalt im Boden verlangen (Humuszeiger, humicole Pflanzen), während andere auch auf rein mineralischen Boden zu gedeihen vermögen (Rohbodenpflanzen) und so die Rolle der Pioniere der Pflanzenwelt spielen.

4. Beziehungen zur geologischen Unterlage bezw. zum Kalkgehalt.

Die vielumstrittene Frage der „Bodenstetigkeit“ der Pflanzen werden wir später, bei Besprechung der Verbreitung der Alpenpflanzen, näher erörtern; hier, in diesen vorbereitenden Erläuterungen, sei nur soweit darauf eingetreten, als zum Verständnis der Terminologie nötig ist.

Es ist eine unbestreitbare Tatsache, die namentlich im Gebirge deutlich hervortritt, daß mit dem Wechsel des Gesteins häufig auch die Flora wechselt. Am schärfsten ist der Unterschied zwischen kalkarmen (gleichzeitig kieselreichen) und kalkreichen Gesteinen, z. B. Gneiß- oder Glimmerschiefer einerseits, Kalkstein andererseits.

Die Frage, warum wachsen manche Pflanzen lieber auf kalkarmer, andere lieber auf kalkreichen Böden, wird sehr verschieden beantwortet. Wir können eine chemische und eine physikalische Theorie unterscheiden; innerhalb der ersteren wieder eine Kalktheorie und eine Mineraltheorie.

I. Die Anhänger der chemischen Theorie (Unger, Sendtner, Schnitzlein, Nägeli, Schimper und namentlich zahlreiche französische Forscher: Magnin, Gillot, Vallot, Fliche, Grandeau, Contejean) erblicken in dem Gehalt des Bodens an bestimmten Nährstoffen die Ursache, welche die einen Pflanzen vertreibt, die anderen fördert.

a) Die Kalktheorie erklärt den Gehalt an kohlensaurem Kalk als das ausschlaggebende; nach der älteren Anschauung in dem

Sinne, daß die Kalkpflanzen ihn in größerer Menge bedürfen, nach der neueren, daß sie ihn in größerer Menge ertragen; die Kieselpflanzen sind nach früherer Ansicht kieselbedürftig, nach neuerer kalkscheu, d. h. der Kalk ist ihnen direkt schädlich und vertreibt sie auf kalkreichen Boden. Die Kalktheorie unterscheidet demnach:

a) Pflanzen, welche in einem Boden mit kohlensaurem Kalk über 0,02—0,03 % nicht zu gedeihen vermögen; sie heißen;
Kalkscheue, Kalkflieher, Kieselpflanzen (ganz allgemein),
Kieselstet, Kieselzeiger, wenn sie ausschließlich,
Kieselhold, Kieseldeuter, wenn sie vorzugsweise kalkarme Boden bewohnen.

Die Zeichen S, SS und SSS bedeuten Kalkfeindlichkeit in steigendem Maße.

b) Pflanzen, welche in kalkreichem Boden gut gedeihen; sie heißen:
Kalkliebende, Kalkpflanzen (ganz allgemein),
Kalkstete, Kalkzeiger, wenn sie ausschließlich,
Kalkholde, Kalkdeuter, wenn sie vorzugsweise kalkreiche Boden bewohnen.

C, CC und CCC bedeuten Kalkliebe in steigendem Grade.

b) Die Mineraltheorie. Neuerdings haben andere Anhänger der chemischen Theorie die Meinung verfochten, daß es nicht der Kalkgehalt des Bodens als solcher, sondern der mit ihm parallel gehende größere mineralische Nährstoffgehalt im allgemeinen ist, welcher die sogenannten „Kalkpflanzen“ begünstigt. Sie unterscheiden demnach:

Eutrophe Pflanzen, in Böden mit reichem Gehalt an mineralischen Nährstoffen.

Oligotrophe Pflanzen, in Böden mit geringem Nährstoffgehalt.

II. Die Anhänger der physikalischen Theorie erklären die physikalischen Eigenschaften der Boden als ausschlaggebend (Wassergehalt, Wärmekapazität). Die kalkreichen Boden sind im allgemeinen wärmer und trockener, die kalkarmen feuchter und kühler. Die Kalkpflanzen sind also im allgemeinen als trockenheitliebend, die Kieselpflanzen als feuchtigkeitliebend zu bezeichnen.

Zweifellos wirken alle drei Faktoren: Kalkgehalt, Mineralgehalt und physikalische Eigenschaften zusammen und können sich teilweise gegenseitig vertreten. Und endlich kommt als vierter mächtiger Faktor noch die Konkurrenz hinzu. So erklärt es sich, daß dieselbe Pflanze in klimatisch verschiedenen Gebieten sich verschieden verhalten kann.

Wenn wir im folgenden den Ausdruck kalkstet, kalkhold usw. anwenden, so geschieht das nur, um ganz objektiv die Tatsache des Vorkommens auf bestimmter Unterlage zu konstatieren, ohne für eine der Erklärungen uns zu entscheiden.

Dritter Abschnitt.

Die Hauptrepräsentanten der Hochgebirgsflora der Alpenkette.

Erstes Kapitel.

Die Holzpflanzen der alpinen Region.

§ 1. Die Koniferen.

§§ 1. Die Bergföhre.

(***Pinus montana***, Miller.)[1]

Namen:[2]) Knieholz, Krummholz, Latsche, Arle, Alpenkiefer, Guntern, Truosa, Fura, Furachris, Leckern, Läggerstaude, Leggen, Zundren, Teufern, Tüfern, Reischten, Zotten, Zatten. Franz.: pin nain, torchepin, pennèz. Roman.: zuondra, zondra, zonder, anion, zundregn, burschina. Im Tessin: pino di montagna, zimber. Italien.: mugo, pino montano. Comerdialekt: mugoff, muffol. Bergamaskerhirten: ǧungher (sprich: dschungèr).

---

[1]) Hauptlitteratur über die Bergföhre: Willkomm, M., Beiträge zur Forstbotanik. I. Versuch einer Monographie der europäischen Krummholzkiefern. Jahrb. d. Akad. zu Tharand, Bd. XIV, 1861. — Grisebach, Bemerkungen zu Willkomms Monographie. Flora 1861, Nr. 38. — Heer, O., Über die Föhrenarten der Schweiz. Verh. d. schweiz. nat. Ges. zu Basel, 1862. — Christ, Übersicht d. europ. Abietineen. Verh. d. nat. Ges. Basel, 1863. — Christ, Beiträge z. Kenntnis südeurop. Pinusarten. Flora 1863. — Christ, Beiträge z. Kenntnis europ. Pinusarten, Flora 1864. — Goeppert, Bemerkungen über die Formen v. *Pinus montana*, Bot. Zeitg. 1864. — Christ, Die Formenkreise d. europ. Pinusarten, Bot. Zeitg. 1865. — Drude, Über das Vorkommen d. Riesengebirgsrasse v. *Pinus montana* Mill. in der sächsisch-böhm. Oberlausitz. Iris 1881. — Schmidt, Mitteil. über Vorkommen, Anbau und Benutzung des Knieholz es im böhm. Anteil d. Riesengebirges, Jahrb. d. schl. Forstvereins 1883. — Willkomm, Forstl. Flora v. Deutschland und Österreich, 2. Aufl. 1887. — Christ, Das Pflanzenleben d. Schweiz 1879. — Müller, P. E., Om Bjergfyrren (*Pinus montana* Miller), Tidskrift for Skovbrug Bd. VIII, IX u. XI (auch separat erschienen) Kopenhagen. 1887 (Dänisch, deshalb ist diese treffliche Schrift viel zu wenig bekannt geworden!). — Beck, G., Die Nadelhölzer Niederösterreichs, Blätter d. Vereins für Landeskunde v. Niederösterr. 1890. — Schröter, C., Bearbeitung d. *Pinus montana* in Wartmann u. Schlatter, Kritische Übersicht über d. Gefäßpflanzen im Kanton St. Gallen und Appenzell 1881—88. Schröter, C., Les formes du *Pinus sylvestris* et du *Pinus montana* en Suisse. Archives des sc. phys. et nat. XXXIV Okt. 1895. — Ascheron-Graebner, Synopsis d. mitteleurop. Flora I. 1897 (neueste und vollständigste system. floristische Bearbeitung).

[2]) Vergl. auch Stebler, Die Unkräuter der Alpweiden. Landw. Jahrbuch der Schweiz, Bd. XIII. 1899.

1. (20 m) 2. (10 m) 3. (10 m) 4. (8 m) 5. (8 m) 6. (5 m) 7. (3 m) 8. (2 m) 9a. (— 2 m) 9b. (50 cm)

10. (5 m) 11. (2,5 m Höhe u. 16 m Kronendurchmesser). 12. (ca. 2 m) 13. 14.

Die Vielgestaltigkeit im Wuchs der Bergföhre (*Pinus montana* Mill.)

Maßstab 1:100. Nach Photographien und Originalskizzen von C. S., gez. von L. S.

1. Größte und breitkronigste Baumform der Pyrenäen und Westalpen (z. P. bei Briançon). 2. Baumform der Hochmoore (ca. 600—1000 m). 3. Schmalkronige, locker beastete Baumform der Bergwälder (z. B. Ofengebiet). 4. Mehrstämmige 5. Mehrwipfelige Form, beide häufig in den Bergwäldern. 6. Schlangenbergföhre (Cusus *virgata* Schr.) Spielart, Val Mingèr, Unterengadin. 7. Tischform, unbekannter Entstehung, Alp Mans. Kt. Appenzell, von Prof. Heim skizziert. 8. Buschiger Zwergbaum, als Glacialrelikt am Uto b. Zürich, 600—700 m ü. M. 9a und 9b „Kuscheln" auf dem Hochmoor, Kümmerform. 10. Übergangsform zwischen Baumform und Legföhre. 11. Riesenexemplar der Legföhre in geschütztem Talkessel (Alp Mingèr, Unterengadin, 2200 m ü. M.) 12. Allseitige Legföhre. 13. Einseitige Legföhre am Hang. 14. Extreme einseitig ausgebildete Windform der Legföhre.

Charaktere. Wir haben im Alpengebiet neben der gemeinen Kiefer oder Föhre *(Pinus sylvestris)* eine davon gut unterschiedene Art, die Bergföhre *(Pinus montana)*. Die Unterschiede sind folgende:

	Pinus sylvestris, L.	*Pinus montana*, Mill.
Wuchs	geradschaftig	geradschaftig oder strauchig oder Krummholz
Krone	zuletzt abgewölbt	stets spitz kegelförmig
Rinde	oberwärts rötlich	überall dunkel
Nadeln	auf der inneren flachen Seite bläulichgrün, daher der bläuliche Schimmer des ganzen Baumes; Nadeln normal nur 3—4 Jahre alt werdend	auf der inneren flachen Seite wie außen dunkelgrün, daher der ganze Baum dunkel aussehend; Nadeln bis 10 Jahre alt werdend
Knospen	harzfrei	harzig
Nadelquerschnitt	Oberhautzellen mit rundl. Lumen	Oberhautzellen mit spaltenförmigem Lumen
	zahlreiche Harzgänge mit starker Scheide aus Bastzellen	wenige Harzgänge
Junge Zäpfchen	langgestielt, herabgebogen	kurz gestielt, horizontal oder aufrecht
Reife Zapfen	an ziemlich langem Stiel hängend	fast oder völlig sitzend, aufrecht, horizontal bis schief abwärts gerichtet
	Schuppenschild matt, meist gelbbraun, ohne schwarzen Ring um den Nabel	Schuppenschild glänzend, meist dunkelbraun, mit schwarzem Ring um den Nabel

Wuchsformen. Die Bergföhre zeigt in ihrem Wuchs alle Übergänge von der hochstämmigen Baumform bis zum niedrigen vielästigen Busch mit auf dem Boden liegenden Ästen. Tafel V zeigt in schematischer Weise diese „Wuchsformen".

Die Wurzeln der Bergföhre streichen horizontal oft außerordentlich weit; wir maßen solche von 9 m Länge! Die Bergföhre zeigt häufig die Tendenz zur „Zweihäusigkeit". Obwohl beiderlei Blüten am gleichen Baum vorkommen, so produziert doch oft der eine vorwiegend Pollenblüten, der andere vorwiegend Zapfen; der erstere ist also mehr männlich, der letztere mehr weiblich. Man erkennt die beiderlei Bäume

schon von weitem: beim männlichen Baum sind die Nadeln weit herunter an den Ästen in lauter Quirle angeordnet, die durch große Zwischenräume getrennt sind: diese leeren Stellen entsprechen den abgefallenen männlichen Blüten früherer Jahre (siehe Fig. 12). Daß die Nadeln hier lange sitzen bleiben (8 bis 10 Jahre), ist erklärlich; es wird auf diese Weise der starke Ausfall an Nadeln gedeckt, der durch die Bildung männlicher Blüten veranlaßt ist. Der männliche Baum sieht infolgedessen etwas kümmerlich, durchsichtig aus.[1]) Der mehr weibliche Baum dagegen hat eine buschige Benadelung: die Zweige sind lückenlos und dicht benadelt, wenn auch die Nadeln nicht so lange erhalten bleiben. Die Zapfen bleiben manchmal sehr lang am Stamm sitzen; wir fanden solche am Hauptstamm bis zum 21. Jahrestrieb von oben herab!

Fig. 12.

Zweig einer männlich blühenden Bergföhre. Die Nadeln sind hier noch am 9jährigen Jahrestrieb erhalten. Die männlichen Blüten sind am Hauptzweig ganz oben, unterhalb der diesjährigen Nadeln, am Grunde des heurigen Triebes zu sehen', ebenso an dem kleinen Seitentrieb. Die nackten Stellen an den älteren Jahrestrieben entsprechen den abgefallenen männlichen Blüten

Sehr selten findet sich die als „Zapfensucht“ bezeichnete Monstrosität (Fig. 13); es treten bei derselben an Stelle der männlichen Blüten eine große Zahl von Zäpfchen auf, in dicht gedrängten Reihen den unteren Teil eines Jahrestriebes bedeckend.

Zapfen-Varietäten: Man kann nach dem Bau der Zapfen drei, allerdings nicht scharf getrennte, sondern allmählich ineinander übergehende Abarten konstatieren (Fig. 14, 15 und 16). Es sind folgende:

Var. *uncinata* Ram. (Hakenföhre, Fig. 14 und 15, 1a und 1b, Fig. 16), mit stark unsymmetrischem Zapfen; wenn wir ihn von unten betrachten, ist die eine Seite stärker entwickelt als die andere; auf der ersteren

---

[1]) Solche Bäume wurden von Beissner in den Mitteilungen der deutschen dendrologischen Gesellschaft als neue Wuchsform (var. *equisetiformis*) beschrieben. Ich teilte Beissner brieflich meine Zweifel an der Abart-Natur dieser Form mit, da ich kurz vorher im Scarltal diese männlichen Bäume in typischer Ausbildung gesehen hatte. Fr. v. Tubeuf hat seither meine Vermutung bestätigt (siehe Tubeuf, *Pinus montana* Miller, var. *equisetiformis* ist keine besondere Wuchsform. — Forstl.-naturw. Zeitschrift, 2. Jahrg. 1904. S. 212).

sind die Schuppenschilder hakenförmig zurückgebogen. Es ist die am hängenden Zapfen nach außen gekehrte, die Lichtseite (in der Fig. 14 die linke Seite).

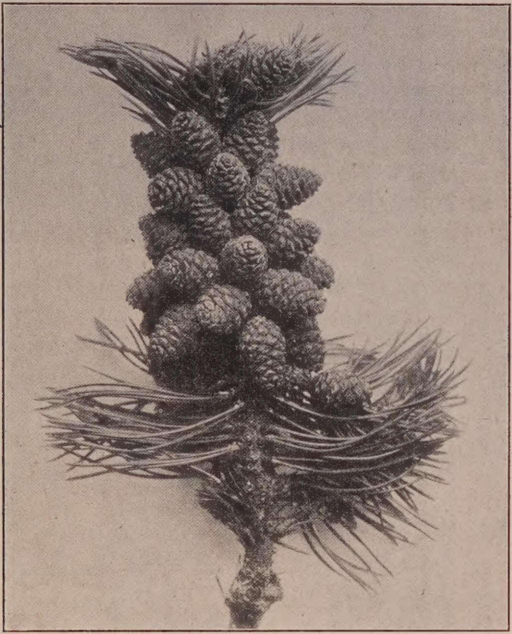


Fig. 13.

Zapfensucht der Bergföhre.

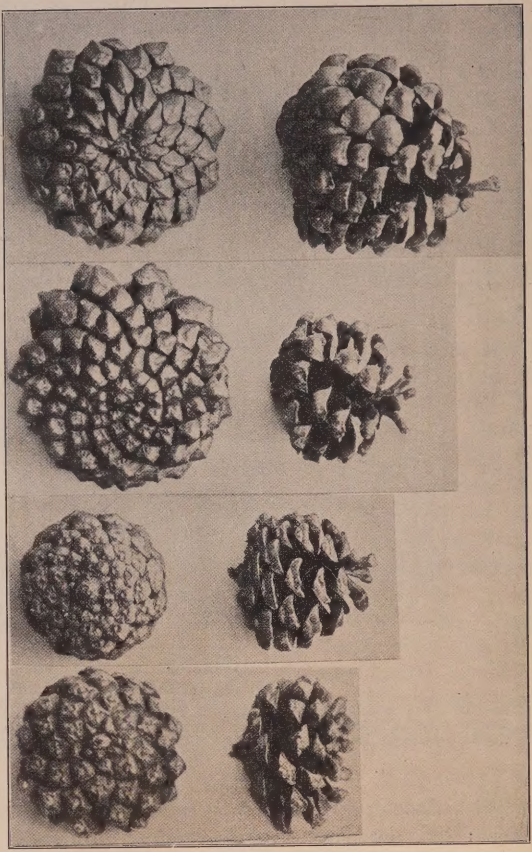
An Stelle von männlichen Blüten sind im unteren Teil des Jahrestriebs zahlreiche Zapfen getreten. Daneben finden sich (ganz oben) die etwas größeren normalen Zapfen am oberen Ende des Jahrestriebs (bei Tarasp gesammelt von Förster Arquint).

Wir können hier noch zwei Unterabarten (Subvarietäten) unterscheiden: bei der einen (subvar. *rostrata* Ant., Fig. 14 und 15, 1a, Fig. 16 A, B, C, H) ist die Pyramide des Schuppenschildes höher als breit, bei der anderen (subvar. *rotundata* Ant., Fig. 14 und 15, 1b, Fig. 19 D, E) ist sie breiter als hoch.

Var. *pumilio* Hänke: Der Zapfen ist symmetrisch ausgebildet, rings um den Stiel herum gleichmäßig entwickelt. Dabei ist die einzelne Apophyse (Schuppenschild) exzentrisch gebaut, ihre obere Hälfte breiter als die untere (Fig. 14 und 15, 2).

Var. *mughus* Scopoli, die Mugokiefer, wie die vorige, aber die

Schuppenschilder sind zentrisch ausgebildet, Unterfeld und Oberfeld gleich, Nabel in der Mitte (Fig. 14 und 15, 3).



1a. var. *uncinata* Ram. subv. *rostrata* Ant. 1b. var. *uncinata* Ram. subv. *rotundata* Ant. 2. var. *pumilio* Haenke 3. var. *mughus* Scop.

Fig. 14.

Die Abarten der Bergföhre (*Pinus montana* Mill.).

(Alle hier abgebildeten Zapfen stammen aus dem Val Sesvenna, Unterengadin).

Verbreitung. Die Berechtigung, diese Abarten als in der Natur gegebene und voneinander verschiedene Grössen auseinander zu halten, ergibt sich aus der Tatsache, daß sie im großen ganzen auch pflanzengeographisch und standörtlich getrennt sind. Das große von Christ zuerst betonte Gesetz lautet in seiner allgemeinsten Fassung: In dem gesamten Verbreitungsbezirk der Bergkiefer (Spanien, Pyrenäen, Alpen,

Karpathen, Jura, Schwarzwald, Riesen-, Erz- und Fichtelgebirge, Balkanländer) überwiegen im Westen und im Zentrum die unsymmetrischen, im Osten die symmetrischen Zapfenformen. Näher läßt sich die Verbreitung der vier Formen so präzisieren: Die *rostrata* fast nur im Westen und hier ausschließlich (Spanien, Pyrenäen, Westalpen bis zur Schweiz)[1], die *mughus* spärlich in der Schweiz[2], häufig in den Ostalpen und am Fusse derselben (z. B. Moore Oberbayerns), ferner Bosnien, Herzegowina, Montenegro, Bulgarien, Rumelien, vielleicht Mazedonien; die *rotundata* die verbreitetste, in den gesamten Alpen mit Ausnahme des westlichen Teils und in den Karpaten, und ähnlich die *pumilio* von der Schweiz bis Bosnien, Herzegowina und Montenegro und auch im Jura, Schwarzwald, Fichtelgebirge, böhm. und bayr. Wald, Riesen- und Isergebirge, in den Karpaten, auf Mooren.

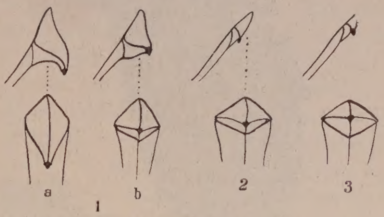


Fig. 15.
Die Hauptabarten der Bergföhre in ihren Unterschieden nach dem Bau der „Apophysen" oder Schuppenschilder, d. h. der rhombischen verdickten Abgrenzungsfläche der Zapfenschuppen.
1a = var. *uncinata*, subv. *rostrata*: Apophyse hakig, Haken höher als breit (Zapfen unsymmetrisch).
1b = var. *uncinata*, subv. *rotundata*: Apophyse hakig, Haken breiter als hoch (Zapfen unsymmetrisch).
2 = var. *pumilio*, Nabel unter der Mitte der Apophyse (Zapfen symmetrisch).
3 = var. *mughus*, Nabel in der Mitte der Apophyse (Zapfen symmetrisch).

Jede dieser drei Abarten kann in allen den oben genannten Wuchsformen vorkommen. Diese Wuchsformen sind aber nicht rein als Standortsformen aufzufassen, als Reaktionen auf klimatische Faktoren, sondern es sind erbliche, durch die Samen sich fortpflanzende Abänderungen. Die Legföhren bleiben niederliegend, bleiben Krummholz,

---

[1]) Die Schnabelkiefer (*uncinata rostrata*) ist in der Schweiz nicht gerade selten: als Hochmoorbaum in Einsiedeln, Rothenturm, Abtwyl, Riedbach, Urnäsch; im Jura in les Ponts und la Brévine; als niedriges Bäumchen als Glacialrelikt am Uto bei Zürich und Ravellenfluh bei Oensingen, bei 500 m ü. M.; als bestandbildender Hochstamm des Alpenwaldes in Anzeindaz, Planard de Lens, Grächen, Turtman, Davos, Pontresina, Ofengebiet, Sesvennatal, Livignotal; als vereinzelter Hochstamm zwischen Legföhren bei Wassen an der Gotthardstraße 800 m, St. Antönien, Arosa; als Legföre in St. Bernardino, Bernina, Val Calanca, Bormio, Vulpera, Taminatal, Lenzerheide.

[2]) Die Mugokiefer ist in der Schweiz die seltenste Abart der Bergföhre; sie ist bisher nur von folgenden Standorten bekannt: Kt. Uri: bei der Teufelsbrücke; Kt. Glarus: Meerenalp; Kt. Zürich: Hagenmoos bei Kappel; Kt. St. Gallen: Paßhöhe des Ries zwischen Kamor und Fähnern; Moore von Andwyl bei St. Gallen u. vom Sonnenberg ob Abtwil; Kt. Graubünden: Fimbertal, Tschamut.

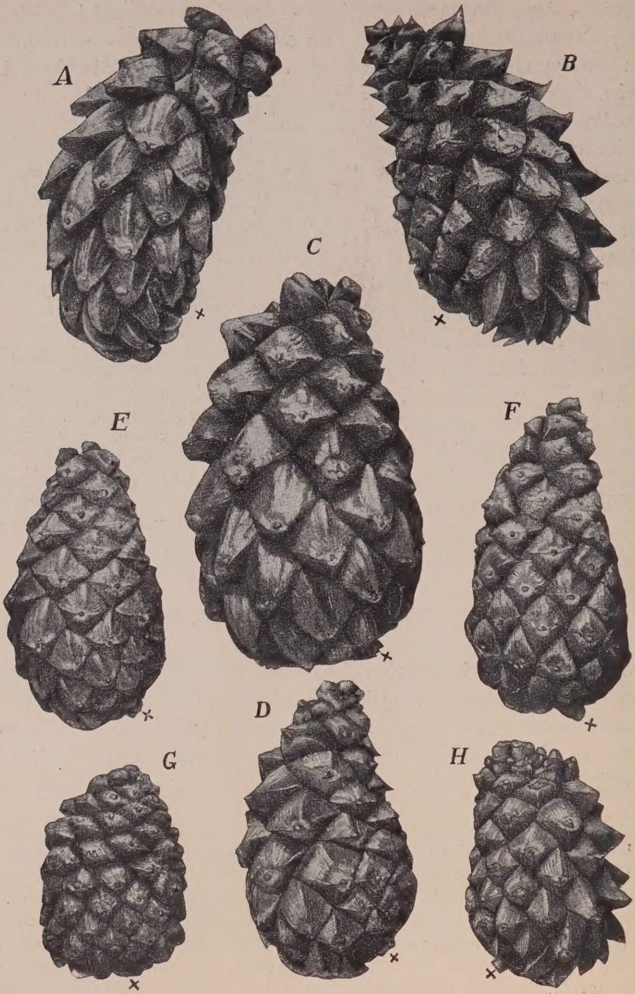


Fig. 16.

Zapfen der Bergföhre (*Pinus montana* Mill.) von Briançon, im Dép. des Hautes Alpes, Frankreich, bei 1300 m ü. M. In natürlicher Größe, nach P. F. Müller, Om bergfyrren, Kopenhagen 1887.

Das Kreuz bedeutet die Anheftungsstelle des Zapfens.

Alle gehören zur var. *uncinata* und zwar zu folgenden Subvarietäten:
subvar. *rostrata* Ant.: A, B, C und H; subvar. *mughoïdes* Willk: F;
„ *rotundata* Ant.: D, E; „ *aeque-rostrata* Müller: G.

wenn man sie in der Ebene kultiviert, und die hochstämmigen Formen kommen an exponierten Standorten neben Krummholz vor, so z. B. besonders ausgeprägt im „Arlenwäldchen“ bei Arosa. Die „Kuscheln“ freilich der Hochmoore, jene reduzierten Gestalten, sind Standortsformen, sind dem Einfluß der Nässe zuzuschreiben. Diese verkümmerten Moorkiefern sind auch habituell von den Legföhren der Alpen durchaus verschieden, sie zeigen immer die Tendenz zur Stammbildung.

Auch die Wuchsformen zeigen einen deutlichen Zusammenhang mit geographischen Bezirken und Standorten: Die Baumform dominiert im Westen, die Legföhre im Osten. In Spanien, den Pyrenäen, den Westalpen finden sich ausgedehnte Wälder aus Bäumen bis 26 m Höhe und 200 Jahre alt; in der Schweiz werden die Wälder seltener und rückt die Baumhöhe auf 10—15 m herab, in den Ostalpen, von Tirol an, scheint die hochstämmige Form im Gebirge nur noch vereinzelt aufzutreten; auf Mooren dagegen bildet sie auch im Böhmerwald, im südböhmischen Hochland und im Erzgebirge geschlossenen Bestand. Die Legföhrenform fehlt westlich der Alpen völlig, tritt von den Zentralalpen an immer häufiger auf und ist im äußersten Osten schließlich die einzige Form.

Endlich existieren auch noch deutliche Beziehungen der Zapfenform zur Wuchsform: die hochstämmige Form hat überwiegend unsymmetrische Zapfen, die Mugokiefer ist fast stets Legföhre, die Pumilio meistens.

Am reichsten an Bergföhrenformen ist die Schweiz, und hier wiederum die Ostgrenze. Hier mischen sich gleichsam die Formen von Osten und Westen her. Eine besonders reiche Mischung zeigt das Sesvennatal, ein rechtes Seitental des Scarltals in Unterengadin. Hier finden wir in einer Meereshöhe von 1800—2400 m auf dem Dolomit der Talsohle und den Schutthalden der rechten Talseite Bergföhren in allen Wuchsformen und Zapfenformen, von der ausgeprägtesten *rostrata* mit riesigen Zapfen bis zur typischen Mugokiefer.[1])

---

[1]) Die relative Häufigkeit der verschiedenen Formen ergiebt sich aus folgendem Schema:

200 Individuen von 1800—2400 m auf Dolomit gewachsen, verhielten sich nach den Varietäten und Subvarietäten wie folgt:

var. *uncinata* Ramond — Hakenkiefer	
subvar. *rostrata* Antoine — *Schnabelkiefer*	
forma *pendula* Willkomm	1
forma *versicolor* Willkomm	6
subvar. *rotundata* Antoine — *Buckelkiefer*	
forma *gibba* Willkomm	135
forma *mughoides* Willkomm	30
subvar. *pseudopumilio* Willkomm	1
var. *pumilio* Haenke — *Zwergkiefer*	
subvar. *gibba* Willkomm	11
subvar. *applanata* Willkomm	8
subvar. *echinata* Willkomm	3
var. *mughus* Scopoli — *Mugokiefer*	5
	200

Verbreitung in der Schweiz: Wenn wir die Verbreitung der drei Wuchstypen der Bergföhre in der Schweiz überblicken, so gelangen wir zu folgender Gruppierung:

I. Die hochstämmige Bergföhre

1. Sie bildet in den Alpen einige zusammenhängende Bestände, die der Koniferenregion angehören: Anzeindaz in den Waatländeralpen 1600 m, Planard de Lens 1650 m, ob. Grächen bis 2000 m, bei Saasfee

Fig. 17.

Bestand aufrechter Bergföhren, mit Legföhren gemischt, bei Wolfgang bei Davos, ca. 1600—1700 m, nach einer Aufnahme von J. Sigrist.

Der Bestand nimmt eine Fläche von ca. 40 Hektaren ein; er ist größtenteils mit spärlichen kümmerlichen Lärchen und noch elenderen Fichten untermischt. Soweit die Bergföhre rein oder fast rein auftritt, stockt sie auf dem unfruchtbaren Serpentin der „Todtalp". — Die Waldung ist größtenteils Privateigentum; ihre Bewirtschaftung beschränkt sich fast ausschließlich auf die Wegnahme des absterbenden Holzes. (Mitteil. des Herrn Kreisförster Krättli in Klosters.) — Die Bäume sind im Maximum 10 m hoch, dünn beastet, schmalkronig und kümmerlich aussehend, entsprechend der unfruchtbaren Unterlage; sie tragen reichlich Zapfen, alle zur var. *uncinata* gehörend, meist subvar. *rotundata*. Im Unterwuchs dominieren *Vaccinien* und *Globularia*; *Leontodon pyrenaicus* wird enorm üppig, 30—40 cm hoch!

am Weg nach Almagel, ferner im Kanton Graubünden bei Wolfgang bei Davos (siehe Fig. 17), auf der Lenzer Heide, in geringerer Ausdehnung auf der unteren Mürtschenalp, Kanton Glarus, am stärksten vertreten im Osten Bündens: Val di Forno, Val Livigno, vom Ofenpaß bis nach Cierfs im Münstertal (siehe Fig. 18 und 19) 1800—2300 m, bei St. Giacomo di Fraële und im Scarltal.

2. Sie mischt sich den Legföhrenbeständen vereinzelt bei: Arlenwald bei Arosa, Val Chiamuera, Scarltal.

3. Sie findet sich in den Hochmooren der Bergregion und des Jura bis zu 600 m herab als stattlicher aufrechter Baum bis 10 m Höhe (Tafel V, 2, Fig. 20), bis herunter zum reduzierten Krüppel, zur Kuschelform (Tafel V, 9a und 9b); hierher gehört auch die nicht scharf abzutrennende schiefstämmige Form (P. *obliqua* Saut., *uliginosa* Neumann).

Fig. 18.

Bergföhrenwälder am Ofenpaß
(nach einer Aufnahme von stud. E. Meyer).

Wir stehen auf der Ofenstraße, unweit der Paßhöhe, und schauen westwärts, gegen Alp Buffalora, deren Hütten links oben zwischen den Kiefernzweigen weißlich schimmern. Im Tal bildet der Ofenbach (Ova del Fuorn) seine Serpentinen; die Gehänge sind mit düsterem Bergföhrenwald bedeckt, soweit der Blick reicht. Sie bedecken im ganzen nach Oberforstinspektor Dr. Coaz ein Gebiet von ca. 2600 ha und gehören der Gemeinde Zernez im Unterengadin.

II. Die kurzschäftige Baumform, niedrig, buschförmig, aber mit deutlichem Hauptstamm (Tafel V, 8), findet sich besonders als Glacialrelikt auf den Vorbergen der Alpen und des Jura (Uto bei Zürich, Ravellenfluh bei Oensingen).

III. Der niederliegende ausgebreitete Strauch ohne Hauptstamm, die Legföhre, bildet in den Alpen einen Gürtel von ca. 1500—2300 m, besonders auf Kalk und Urgebirge; auf Schiefer wird sie durch die Alpenerle ersetzt.

Fig. 19.

Baumform der Bergföhre
von der Parklandschaft des „Plaun dell'Awa" am Ofenpaß, im obersten Teil des Münstertals, bei ca. 2160 m. Das Unterholz der Föhrenhorste bilden Zwergwachholder und Steinrösel, (*Juniperus nana* und *Daphne striata*). (Aufnahme von stud. E. Meyer).

Legföhrenbestände: Dieser „Krummholzgürtel" unserer Alpen beginnt als Unterholz im Koniferenwald und geht über die Waldgrenze hinaus. Sehr schön kommt das zum Ausdruck in umstehender Skizze der Regionen am Schneeberg (Fig. 21, Seite 86).

Meistens ist in der Schweiz die Legföhre dünn gesät, hängt über die Rasenbänder der Steilabsätze heraus, erklettert in zerstreuten Tirailleurketten dunkler Gestalten die Felshänge oder festigt die Geröllmassen der Schutthalden. Seltener bildet sie ausgedehnte Bestände: so auf der Maloja, auf den Rundhöckern am Fuß des Piz Lunghin, noch ausgedehnter im Hintergrund des Val Bevers und Val Mingèr (Fig. 22) und am reichlichsten im Dolomitgebiet des Scarltals und Ofenbergs.

Fig. 20.

Hochstämmige Bergföhren (*Pinus montana* Mill., var. *uncinata* Ramond) in einem Hochmoorwaldrest am oberen Waldweg bei Einsiedeln, Kt. Schwyz 910—920 m ü. M.

Sehr lückenhafter Bestand. *Pinus montana* tritt in Horsten oder vereinzelt auf; die größten Exemplare sind ca. 10 m hoch bei 25 cm Durchmesser, während die kleinsten Kuscheln kaum eine Höhe von 1 m erreichen. Die Fichte fehlt im typischen Teil des Waldes; vereinzelt treten *Betula pubescens*, die Moorbirke, und spärlich *Betula verrucoa*, die Weißbirke auf. Das Unterholz bilden: *Rhamnus frangula*, *Sorbus aucuparia*, große Mengen von *Calluna vulgaris* in mächtigen Stöcken, die 3 Vaccinien, unter denen *Vacc. uliginosum* an Größe und Zahl weit über die anderen dominiert, und jetzt mit reicher Frucht beladen ist. Die Preißelbeere (*Vacc. vitis idaea*) blüht zum zweiten Male. Die Bodendecke ist sehr mühsam zu begehen infolge der sich drängenden Bülten. Von Kräutern finden sich: *Molinia coerulea* (recht häufig), *Trichophorum caespitosum* (häufig), *Carex filiformis* (hie und da), *Andromeda polifolia* und *Oxycoccus palustris* (selten). Dazwischen ein Heer von Cryptogamen: eine Anzahl von Becherflechten (*Cladonia*), zahlreiche Leber- und Laubmoose und besonders in Massen die Grundformen des Hochmoors, die Torfmoose oder *Sphagna*. (Phot. Aufnahme von A. Heim, cand. rer. nat., Notizen von Dr. Düggeli, Sept. 1900.)

Nach allen Seiten liegen hier schlangengleich die Äste am Boden, der von den aufgehäuften Generationen der schwer verweslichen Nadeln mit einem dicken Humuspolster bedeckt ist. Die elastischen aufstrebenden Äste mit ihrem schweren dunkelgrünen Nadelwerk sind über mannshoch.

Die ausgedehntesten und typischsten Legföhrenbestände weist in der Schweiz das Ofengebiet und das Scarltal auf. Besonders die sterilen Dolomitschutthalden, welche die gewaltigen Felsenkolosse des Piz Madlein, Piz Pisoc,

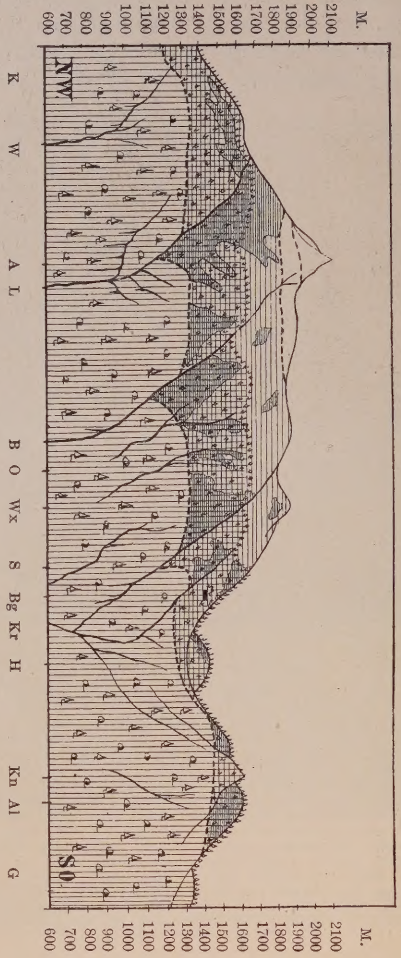


Fig. 21.

Der Wiener Schneeberg, vom Kloben der Raxalpe aus gesehen, mit seinen schematisch eingezeichneten Regionen. (Aus: Günther Ritter Beck v. Managetta, Flora v. Niederösterreich, Bd. I 1890.)

Eine unterbrochene Linie in der weiß gehaltenen Alpenregion zeigt die obere Grenze der Legföhre an; in der horizontal schraffierten Krummholzregion sind dichte Bestände der Legföhre durch näher aneinander gerückte Linien zur Anschauung gebracht. Die Voralpenregion ist durch vertikale Schraffen bezeichnet, welche bis zur Baumgrenze in die Krummholzregion verlaufen und auf diese Weise die Mengung des Baumwuchses mit der Legföhre in der unteren Krummholzregion versinnlichen.

Hinweise: A Alpengipfel (2075 m); Al Alpel (1600 m); B Bocksgrube; Bg Baumgartnerhaus (1390 m); G Gahns; H Hengst (1419 m); K Plateau des Kuhschneeberges; Kn Krummbachstein (1580 m); Kr Krummbachgraben; L Lahngraben; O Ochsenboden; S Saugraben; W. Waichtal; Wx Waxriegl (1884 m).

Piz Mingèr umgürten, sind stundenweit mit einem zusammenhängenden Legföhrengürtel bedeckt. Er steigt in geschlossener Phalanx bis gegen 2300 m; einzelne Vorposten dringen bis 2400 m vor.

Versuchen wir, diesen eigenartigen Buschwald näher kennen zu lernen: wir klettern an einem sonnigen Julimorgen am Abhang des Mot Madlein beim

Fig. 22.

Legföhren und Arven im Hintergrund des Val Mingèr, eines linken Seitentals des Scarltals im Unterengadin. Blick von Alp Mingèr nach Westen (ca. 2200 m ü. M.); im Hintergrund rechts der Paß „Sur il Foss“ ins Val Plavna, und die kühne Dolomitpyramide des Piz Plavna dadaint mit ihrem scharfen Seitenzahn. — Die Legföhren bilden allseitig ausgebreitete Büsche; die Skizze Tafel V Nr. 11 entspricht dem hier links hereinragenden Busch von 16 m Durchmesser und ca. 2,5 m Höhe.

Weiler Scarl empor; erst über blumenbesäte Weiden, dann durch einen schmalen Lärchenwald, der den Hang umsäumt; bei ca. 1850 m dringen wir in den Legföhrenbusch ein. Er stockt auf lockerem Dolomitschutt an steiler Südhalde; die Sonne brennt auf das blendend weiße Gestein, das unter jedem Tritt nachgibt; die Luft ist von Harzduft erfüllt; da versperren sich kreuzende Äste den Weg, da gleitet der Fuß auf glatten am Boden kriechenden Zweigen, da müssen wir unter den schlangenartig gebogenen dicken Ästen durchkriechen: es ist ein mühsamer Anstieg! Keine Föhre gleicht der anderen: da schießt eine bolzgerade in die Höhe, 5—6 m hoch, schmalkronig, dichtbenadelt; dort liegt eine ganz am Boden; hier ein gigantisches Medusenhaupt: Riesenschlangen ringeln sich am Boden, kriechen übereinander, schlüpfen in die Erde, treten wieder heraus, in phantastischen Windungen setzen sie über das Geröll, um schließlich in aufstrebende Äste zu enden (siehe Tafel V, 11 und 12). Sie erreichen ein respektables Alter: ein abgehauener Stumpf ließ uns 150 enge Jahrringe zählen [1]).

---

[1]) An den Gipshängen von Le Gessi am Bernina zählten wir an einer Legföhre von 5,7 cm Durchmesser ca. 50 Jahrringe: mittlere Jahrringbreite also nur 0,5 mm (Fig. 23).

Der Bestand ist locker genug, um an den freien Plätzen einer reichen Schuttflora Platz zu lassen: das Blaugras (*Sesleria coerulea*) verankert sich mit festen Horsten im rieselnden Schutt und festigt ihn, vereint mit der niedern Segge (*Carex humilis*); das kriechende Gipskraut (*Gypsophila repens*) bildet blütenübersäte Teppiche; unter einer Bergföhre auf dem feinen, etwas humösen Boden überrascht uns eine ganze Schar von Maiglöckchen (*Convallaria majalis*); mitten aus dem sterilen Schutt taucht eine Alpenwaldrebe auf (*Atragene*); das zweizeilige Hafergras (*Trisetum distichophyllum*) durchspinnt mit fadenartigen langen Ausläufern den Schutt; höher oben stellt sich die fleischrote Haide ein (*Erica carnea*) und die Silberwurz (*Drgas octopetala*) überzieht ganze Flächen mit ihrem Spalierrasen.

Fig. 23.

Querschnitt durch einen 50jährigen Legföhrenstamm von Le Gessi, im Val Agoné am Berninapaß, bei 2400 m ü. M. auf Gips stockend. Radius im Mittel 2,5 cm, Jahrringe ca. 50, mittlere Jahrringbreite also 0,5 mm.

Die Bestandteile des Unterwuchses dieses Krummholzbestandes auf Dolomitschutt sind zusammenfassend folgende:

Sträucher, Zwergsträucher und Schlingpflanzen: *Rosa alpina*, *Atragene alpina*, *Erica carnea*, **Dryas octopetala, Daphne striata,** *Cotoneaster vulgaris*, *Globularia cordifolia*, *Teucrium montanum*, **Artostaphylos officinalis,** *Thymus serpyllum.* Echte und Scheingräser: **Sesleria coerulea,** *Trisetum distichophyllum*, *Calamagrostis varia*, *Festuca rupicaprina*, *Festuca violacea*, *Festuca pumila*, **Carex humilis.** Umbelliferen: *Athamanta cretensis*, *Heracleum sphondylium*, *Laserpitium Gaudini.* Compositen: *Centaurea scabiosa*, *Crepis alpestris*, *Carduus defloratus*, *Hieracium murorum*, *Leontodon hispidus*, *Leontodon hipidus var. hastilis*, *Leontodon hispidus var. pseudocrispus*, *Senecio doronicum*, *Leucanthemum vulgare*, *Leontopodium alpinum.* Papilionaceen: *Coronilla vaginalis* (Riesenexemplare). Sonstige Kräuter: **Saponaria ocymoïdes,** *Polygala alpestris*, *Gypsophila repens* (Riesenteppiche), *Helianthemum vulgare*, *Campanula Scheuchzeri*, *Campanula pusilla*, *Euphorbia cyparissias*, *Silene venosa*, *Biscutella laevigata*, *Galium anisophyllum*, *Epipactis rubiginosa*, aus dem nackten Geröll auftauchend, *Convallaria majalis*, *Polygonatum officinale.*

Einen anderen Charakter als diese dichten, das Geröll überwuchernden Buschwälder zeigt die Krummholzhügellandschaft auf der Alpenweide, wie sie in schönster Ausbildung z. B. im Hintergrund des Val Mingèr, eines linken Seitentals des Scarltals auftritt. Die Legföhren bilden die nach allen Seiten ausladende Bekrönung von Hügeln, die 2—3 m Höhe und 5—8 m Durchmesser haben; ihnen mischen sich Alpenrosen, Zwergwachholder, Rauschbeere und Astmoose bei (*Rhododondron ferrugineum*, *Juniperus nana*, *Empetrum nigrum*, *Hypnum*).

Wie grundverschieden sind doch die Standorte der Bergföhre: auf trockenem losem Kalkschutt am heißen Südhang einerseits, und auf den „Hochmooren“,

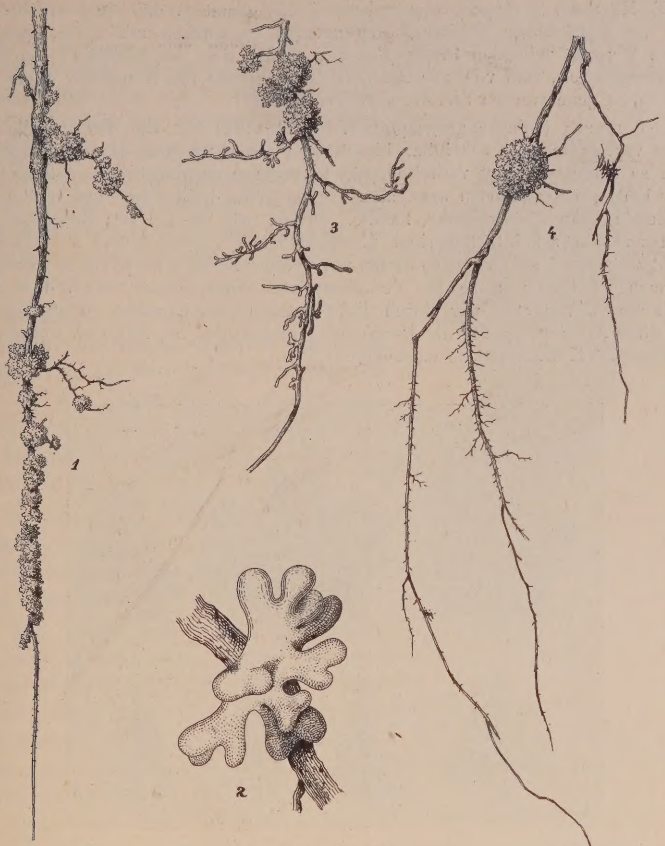


Fig. 24.

Die Mykorrhizen (verpilzte Wurzeln) der Bergkiefer (nach P. E. Müller; siehe Seite 90, Anm.).

Fig. 1. Triebwurzel mit dichotomen (gegabelten) Pilzwurzeln ($^3/_4$ nat. Gr.), welche nach Müller imstande sind, mit Hilfe des Pilzes den Stickstoff der Luft für die Kiefer nutzbar zu machen. Fig. 2. Ein Stück derselben stärker vergrößert ($^{10}/_1$). Fig. 3. Eine Wurzel, die oben mit gegabelten, unten mit traubigen Mykorrhizen besetzt ist. Die letzteren haben wahrscheinlich nicht die Fähigkeit, Stickstoff zu verarbeiten. Fig. 4. Ein als „Hexenbesen“ entwickeltes kugeliges Gebilde aus gegabelten Mykorrhizen.

jenen vorzugsweise von Torfmoosen aufgebauten, mineralarmen, wasserdurchtränkten Moorbeständen unserer Voralpen andererseits! Dort eine humusarme, mineralreiche, trockene, hier eine humusreiche, mineralarme, stets durchfeuchtete Unterlage! Beiden gemeinsam ist nur die Armut an assimilierbarem Stickstoff. Neuerdings hat der um die Kenntnis der Bergföhre vielverdiente Forstrat

P. E. Müller[1]) in Kopenhagen wahrscheinlich gemacht, daß sie imstande sei, den atmosphärischen Stickstoff sich zunutze zu machen mit Hilfe eines in ihren Wurzeln lebenden Pilzes (Fig. 24). Sollte sich das bestätigen, so wäre es verständlich, daß von unserem Nadelholz gerade die Bergkiefer allein imstande ist, jene sterilen Standorte zu behaupten.

Schimper (Pflanzengeographie S. 107, 115, 116) hat für solche Fälle, wo nahe verwandte oder scheinbar identische Formen in ihren Bodenansprüchen sich so entgegengesetzt verhalten, die Vermutung ausgesprochen, daß es sich hier um zwei verschieden angepaßte Formen, eine „Kalkform" und eine kalkfliehende oder „Kieselform" handle. Wenn, wie es bei der Bergföhre der Fall zu sein scheint, äußerlich („morphologisch") diese beiden Formen sich nicht unterscheiden lassen, so hätten wir es hier mit sogenannten „biologischen" Formen zu tun, wie sie bei den Rostpilzen längst bekannt sind, d. h. Abänderungen, die sich nur durch ihre Ernährungsverhältnisse unterscheiden. Ob diese Anschauung für die Bergföhre gerechtfertigt ist, läßt sich nur durch umfassende Kulturversuche entscheiden.

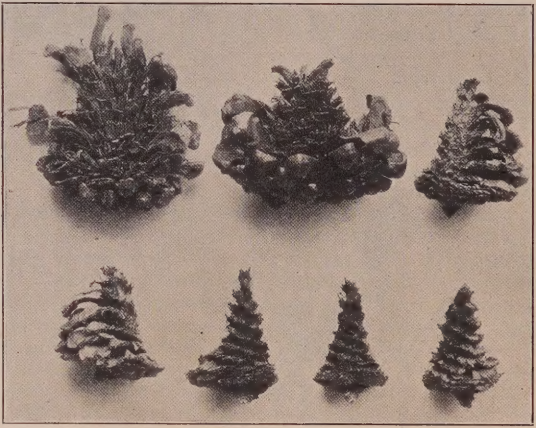


Fig. 25.

Mäusefraß an den Zapfen der Bergföhre.
(etwas verkleinert!)
Die Zapfen saßen noch am Zweig. Val Sesvenna, Scarltal, Unterengadin.

Feinde: Die Mäuse stellen etwa den Zapfen nach: im Sesvennatal fanden wir im Juli 1902 öfter die am Zweige sitzenden Zapfen von Mäusen in verschiedenem Grade benagt; wahrscheinlich war das während des Winters vom Schnee aus geschehen (Fig. 25).

[1]) Müller, P. E. Über das Verhältnis der Bergkiefer zur Fichte in den jütländischen Heidekulturen. Forstl. nat. Zeitschr. 1. Jahrg. 1903. Heft 9 u. 10.

Wenn unter Lawinenschnee oder auch bloß unter zusammengewehten Schneemassen die Legföhrenzweige lange liegen bleiben, werden sie oft von einem Pilze befallen, der *Herpotrichia nigra* Fuckel.[1]) Er umspinnt ganze Zweige mit einem schwarzbraunen Flor und tötet sie; die Pilzfäden bilden über den Spaltöffnungen knollige Verdickungen und dringen von dort aus auch in das Innere des Blattes. Wenn dann nach dem Wegschmelzen des Schnees die Äste sich wieder aufrichten, recken sie diese schwarzen flachgedrückten und wie mit Trauerflor umwundenen Zweigenden in die Höhe. Es können so ganze Legföhrenbestände beträchtlich dezimiert werden, so daß sie wie durch Feuer verheert aussehen. Derselbe Pilz kommt übrigens auch auf den Fichten und dem Wachholder vor (siehe Fig. 26).

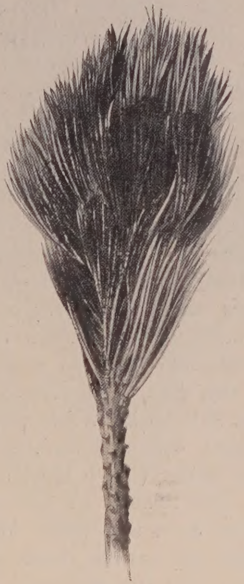


Fig. 26.
Der schwarze Florpilz (*Herpotrichia nigra* R. Hartig) auf einem Zweig der Legföhre (n. Nat. v. L. S.) verkleinert!

N u t z e n: Die Bedeutung der Legföhre für die natürliche und wirtschaftliche Ökonomie des Gebirges ist mehr die eines Schutzholzes als eines Nutzholzes:

Die Legföhre bietet Schutz gegen Lawinen: im Lawinenzug bewahrt sie den Boden vor dem Aufreißen. Sie wird durch die darübergehende Lawine nicht gebrochen oder ausgerissen, sondern ihre biegsamen, zähen Äste, die immer dem Hang folgen, werden niedergelegt und richten sich nachher wieder auf. Wo die Lawine einen Hochwald mit Legföhrenunterholz durchbricht, da bleibt nur letzteres stehen; deshalb sieht man im Hochgebirge häufig die Lawinenzüge mit Legföhren überwachsen.[2])

Als Schutzholz ist die Legföhre weiter von Bedeutung für den natürlichen oder angepflanzten Jungwuchs an der Baumgrenze. Das Legföhrengebüsch schützt die aufkeimenden Lärchen, Fichten und Arven vor dem Wind, dem Frost und dem Vieh. Dem Sennen bietet sie Brennholz.

---

[1]) R. Hartig, Herpotrichia nigra. Allg. Forst- u. Jagdzeitung, Jan. 1888.

[2]) Vgl. Coaz, Vom Münstertal nach Schuls durchs Scarltal. Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, 53. Jahrgang 1902 S. 1 (bei Seite 6 Abbildung eines mit Legföhren bestockten Lawinenzugs im Scarltal).

§§ 2. Der Zwergwachholder.

Juniperus communis L. var. *nana* Willd.

Als aufrechter, sparriger, stechender Strauch oder als stattlicher bis 10 m Höhe erreichender Baum tritt der Wachholder in der Ebene auf. Er steigt auch ins Gebirge, aber in allmählich veränderter Gestalt: bei ca. 1600 m (z. B. um Zermatt herum, oberhalb Rigi-Kaltbad) beginnt er niedriger zu werden, seine Nadeln werden weicher, breiter, weniger abstehend und kürzer, und von etwa 1700 m an sehen wir den ausgeprägten Zwergwachholder vor uns.

Es ist ein niederliegender, ausgebreiteter Strauch, viel- und dichtästig, in großen, oft über meterbreiten dunkeln Polstern von 30—50 cm Höhe den Boden bedeckend. Die in dreigliedrigen Wirteln stehenden breiten, meist etwas kahnförmigen und weichen, 4—8 mm langen Nadeln liegen dem Zweige mehr oder weniger an, und sind etwas gegen ihn gekrümmt und sehr rasch in die kurze Stachelspitze verschmälert; die Wirtel sind meist so genähert (1—3 mm von einander entfernt), daß sie sich decken; die Beere mit ihrem Stiel ist so lang wie die Nadel (Fig. 27). Beim Wachholder der Ebene sind die Nadeln länger (8 bis 20 mm), weit abstehend, spitz, steif und stechend; die Beere mit dem Stiel kürzer ($^1/_2$ so lang) als die stützende Nadel.[1])

Die Pflanze ist zweihäusig: die männlichen Exemplare erzeugen kleine 3—4 mm lange kätzchenartige Pollenblüten; die Staubblätter tragen am unteren Rande eines schildförmigen Blättchens 4—7 Pollensäcke. An den weiblichen Pflanzen sitzen an den diesjährigen Zweigen die unscheinbaren knospenähnlichen grünen Blüten, aus drei von Schuppen umgegeben Samenknospen bestehend; an den 2 jährigen Trieben finden wir unreife grüne Beeren, an den vorletztjährigen erst die reifen blauschwarzen „Wachholderbeeren". Bei einer erst vor kurzem im Puschlav entdeckten Spielart bleiben die Beeren offen und lassen die nackten Samen hervorschauen (siehe Fig. 27, 4).

Daß der Zwergwachholder keine vom Ebenenwachholder getrennte Art darstellt, sondern nur eine alpine Varietät, geht nicht nur aus dem oben angegebenen gleitenden Übergang hervor (siehe auch Fig. 27, 5), sondern auch daraus, daß in der Ebene kultivierte Exemplare sich allmählich mehr und mehr dem gewöhnlichen Wachholder nähern.

---

[1]) Die anatomischen Unterschiede im Nadelbau, die Wettstein (Sitz.-Ber. d. Wiener Akademie XCVI 1887 S. 332) zur scharfen Unterscheidung der zwei Formen und sogar zur Erkennung der als Kreuzungsprodukte aufgefaßten Zwischenformen benutzen will, hat Dr. Erb bei Nachuntersuchung im bot. Mus. d. Polyt. nicht konstant gefunden (vergl. Ber. d. schw. bot. Ges. Heft VII. 1897, S. 83).

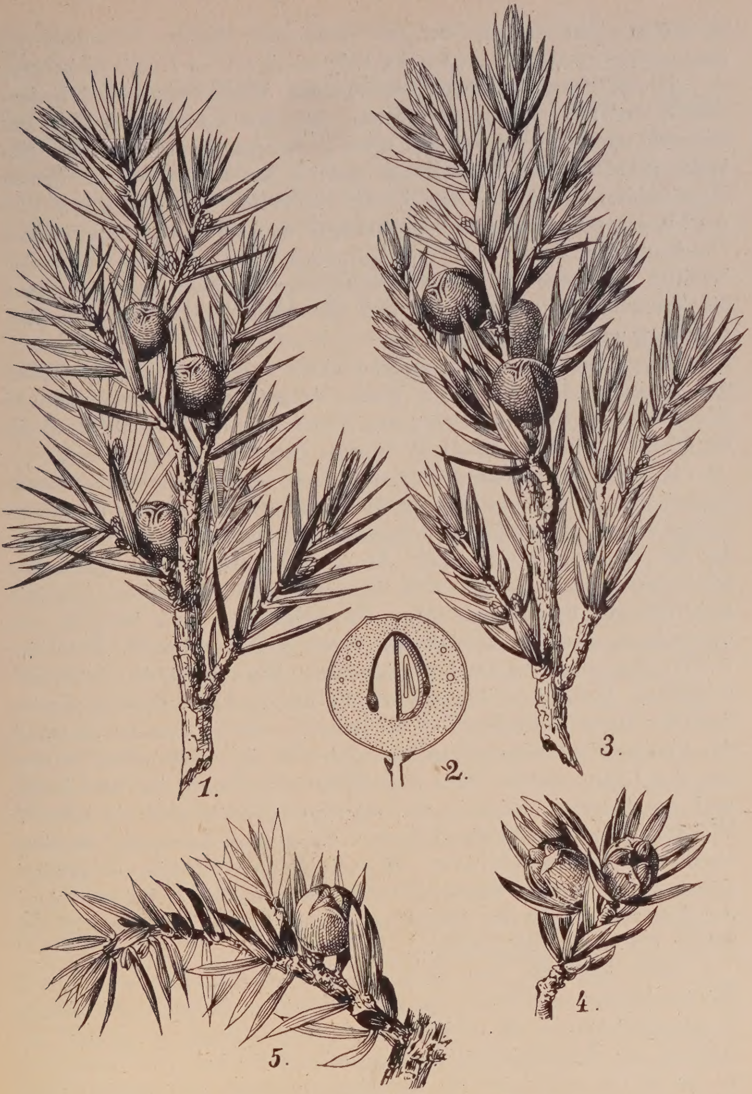


Fig. 27.

Der Wachholder der Ebene und der Alpen.

1. *Juniperus communis* L., der Wachholder der Ebene. Nadeln abstehend, schmäler, spitzer, stechender, und viel länger als die Beere. 2. Beere im Längsschnitt. 3. Der Zwergwachholder, *Juniperus coummnis L.*, var. *nana*. 4. Nacktsamige Spielart des Zwergwachholders, *Juniperus communis* L., var. *nana*, lusus *gymnosperma* Schröter (Motta calvas, Valle di campo, Puschlav, b. 1860 m leg. H. Brockmann). 5. Übergangsform zwischen Ebenen- und Alpenwachholder (*Juniperus communis* L., var. *montana* Aiton). (L. S. n. Nat.)

Ascherson hat das im Berliner botanischen Garten, Verfasser im ökonomisch-botanischen Garten des Polytechnikums in Zürich beobachtet.

In seiner ausgeprägten niederliegenden, Wind, Schnee und Bodenwärme trefflich angepaßten Form ist der Zwergwachholder auf magerem, trockenem Boden auf allen Unterlagen ein häufiger, als Unkraut gehaßter, als Holzlieferant geschätzter Bewohner des oberen Nadelwaldes, der Weide, der Zwergstrauchheide, des Felsschutts und des Felsens selbst. Die derben immergrünen Nadeln mit ihrer starken Oberhaut, dem dicken Belag von Bastzellen unter derselben, der wachsbereiften Unterseite und den wachsverstopften Spaltöffnungen sind gegen die Trockenheit der Standorte und die winterliche Gefahr der Vertrocknung gut geschützt.

Seine Hauptregion liegt zwischen 1700 und 2500 m (in St. Gallen und Appenzell bis 2200 m, in Wallis bis 2800 m); er wurde aber von den Gebrüdern Schlagintweit am Monte Rosa noch bei 3570 m als die höchststeigende aller Holzpflanzen Europas gefunden.

In Blockrevieren kriecht er allmählich auf halbmannshohe Blöcke hinauf; hier kommt es auch zu einer Stammbildung! Der Erde entspringt ein meist bandförmig flachgedrückter, dicker und breiter Stamm, der bis 2 m lang werden kann. In seltsam phantastischen Schlangenwindungen kriecht er am Fels in die Höhe und breitet oben sein fächerförmiges Strauchwerk über die Felsfläche; dort baut er aus abgefallenen Nadeln, hergewehtem Staub und verwittertem Fels eine Schicht Dammerde, in der bald eine reiche Flora humicoler Arten sich ansiedelt. Auch an Abhängen auf der Weide kann sich ein niederliegender Stamm entwickeln: so beobachteten wir im Scarltal unterhalb des Arvenwaldes Tamangur im Rasen abwärts sich schlängelnde Stämme von 2 m Länge, die am Ende sich fächerförmig in ein Ast- und Zweigwerk ausbreiteten. Seine breiten stachligen Hecken sind ein beliebter Wohnplatz für hochstämmige Kräuter: *Polemonium coeruleum*, *Aconitum napellus*, *Geranium sylvaticum*, *Myosotis alpestris*, *Thalictrum aquilegifolium* schmücken die düsteren Hügel mit freundlichen Blüten. Auch der Jungwuchs der Arve, Lärche und Fichte flüchtet sich gerne in den Schutz des wehrhaften Gesellen.

Seine Rolle für den Haushalt des Gebirges liegt also in der Pionierwirkung auf felsigem und schuttbedecktem Boden: er schafft neue Wuchsmöglichkeiten für andere Arten, fängt rollende Steine auf und trägt so zur Konsolidierung der Vegetationsdecke bei. Für die Sennen ist er als Brennmaterial für die obersten Stafel von unschätzbarem Wert. Auf der Weide aber schadet er durch Verdrängung der Grasnarbe ganz bedeutend. „Wie die Alpenrose auf den nach Norden geneigten Hängen der Alpen das gemeinste und schädlichste Unkraut ist, so ist es der Zwergwachholder auf den frühen nach Süden gelegenen

Sommerweiden" (STEBLER). Das einzig sichere Vertilgungsmittel ist das Ausreuten.

Der Zwergwachholder hat eine ungeheuer weite Verbreitung: er ist ein circumpolares und alpines Gewächs per excellence: Sierra Nevada (bis 2922 m), Pyrenäen, Alpen von der Dauphiné bis Kroatien (Schwarzwald und Vogesen fehlt er, im Jura ist er spärlich!), Sudeten, Riesengebirge, mährisches Gesenke, Karpathen (bis 2200 m, in der Biharia schon bei 752 m auftretend), Ural, Altai, Himalaya und im ganzen arktischen Gebiet.

§ 2. Die Alpenerle oder Grünerle.

Alnus viridis *DC.* (*Alnobetula viridis* Salisb).

Die Alpenerle ist ein freudiggrüner vielästiger Strauch, von Mannshöhe und darüber. Seine äußerst fein doppelt gesägten Blätter sind in der Jugend klebrig, ausgewachsen meist beiderseits kahl bis auf kleine Haarbüschel in den Aderwinkeln. Von den Erlen der Ebene, der Weiß- und Schwarzerle, unterscheidet sich die Alpenerle scharf durch die sitzenden Knospen, das runde, nicht dreieckige Mark, den dünnen, durchscheinenden Flügelrand des hellbraun gefärbten Nüsschens, und namentlich durch das Verhalten der weiblichen Kätzchen: während dieselben bei den anderen Erlen nackt überwintern, bleiben sie bei der Grünerle in Knospen eingeschlossen und brechen erst im Frühjahr mit den Blättern heraus. In allen diesen Punkten nähert sich die *Alnus viridis* der Birke; deshalb hat man sie etwa auch als Birkenerle (*Alnobetula*), als besondere Gattung zwischen Erle und Birke gestellt.

Die männlichen Kätzchen, welche unter einer weißlichen Harzkruste nackt überwintern, brechen im ersten Alpenfrühling mit den Blättern auf; sie sind üppig, dick, schwellend und lebhaft gefärbt: ein stäubender Grünerlenstrauch bietet ein prächtiges Bild! Die zarten weiblichen Kätzchen sind von den feinen roten Pinzelchen der Narben bedeckt, und dazwischen stehen noch die hellbraunen Fruchtkätzchen vom letzten Jahre (siehe Fig. 28 und 29).

Entsprechend der wichtigen Rolle, die die Alpenerle als Weideunkraut, als Gehängeschutz und als Brennholz in der Ökonomie des Gebirges und seiner Bewohner spielt, hat sie auch überall ihre Volksnamen: *Tros, Trosen, Drusen, Trosten, Drueslen, Drueserlen* in der deutschen Schweiz, romanisch *Drosa* (Como, Navara, Turin, doch in Como auch *onizzo, onizz*), *Drosole*; im Graubündner Oberland „*Draus*"[1]) am Heinzenberg „*draussa*", in Oberengadin *dros*

[1]) Vergl. BRANDSTETTER, J. L.: Die Namen der Bäume und Sträucher in Ortsnamen der deutschen Schweiz. Beilage zum Jahresbericht d. höheren Lehranstalt in Luzern f. d. Schuljahr 1901/1902. — Die Herleitung des Namens aus dem althochdeutschen „*druos, druosi*", mittelhochdeutschen „*drues, drüese*", neuhochdeutschen „*Drüse*" ist nach BRANDSTETTER zweifellos richtig. Dabei ist aber weniger an eine Körperanschwellung, als an den schmierigen Bodensatz einer Flüssigkeit (Weindruosen, Öldruosen) zu denken. Der klebrige Überzug der jungen Blätter mag die Veranlassung des Namens gewesen sein.

und *drosa*, im Bergell[1]) *dralz* und *drelz*. Die Patois der Westschweiz nennen sie „*verreau*“ oder „*verrau*“.[2])

Zahlreiche Ortsnamen leiten sich von „*Dros*“ ab; Brandstetter zählt deren 39 aus der deutschen Schweiz, aus Graubünden und Tessin auf: z. B. *Drusberg*, *Trosenwald*, *Bärentros*, *Trosgi*, *In den Trosen*, *Drosibach*, *Drosa*, *Drosmähder*, *Drusenalp*, *Drusenfluh*, *Pizzo Drossetto*; Jaccard nennt aus der französischen Schweiz: *Drousénaz*, *Drausinaz* und *Drauzènes*, ferner *Verrey*, *les Verraux* usw.[3])

Fig. 28.

Die Alpenerle (*Alnus viridis* DC.).

1. Blühender Zweig; am Ende die hängenden männlichen Kätzchen, weiter unten die kleinen weiblichen Kätzchen mit den pinselförmigen Narben, mit den Knospen ausbrechend! 2. Blattzweig mit unreifen Kätzchen. 3. Winterstadium: oben die frei überwinternden männlichen Kätzchen, unten reife Zäpfchen — Knospen sitzend! (n. Nat. von L. S.)

Die Hauptzone der Alpenerle erstreckt sich von 1500—2000 m, in Wallis wie im Säntisgebiet, vereinzelt geht sie bis 2095 m (Bergell),

[1]) Vergl. Geiger, E. Das Bergell. Forstbot. Monographie. Jahresber. d. bündn. nat. Ges. 1901. Chur.

[2]) Vergl. Jaccard, H. Les noms des Végétaux dans les noms de lieux de la Suisse française. — Tiré à part du „Bulletin de la Murithienne“, Société valaisanne des sciences naturelles. Fascicule XXXII 1903. Sion 1903.

[3]) In Tirol heißt die Alpenerle „*Lüterstaude*“ (Brixen), „*Lutterstaude*“ in Kärnthen. Der Name „*Ludere*“, „*Ludern*“ soll aus dem Griechischen stammen (κλήϑηϱ); Brandstetter leitet hiervon eine Anzahl Ortsnamen ab; *Luderenalp* bei Langnau, *Luder* bei Rohrbachgraben usw.

2060 m St. Antönien; sie ist strenggenommen ein Strauch des Koniferengürtels, der aber allerdings häufig über die Baumgrenze hinausgeht.

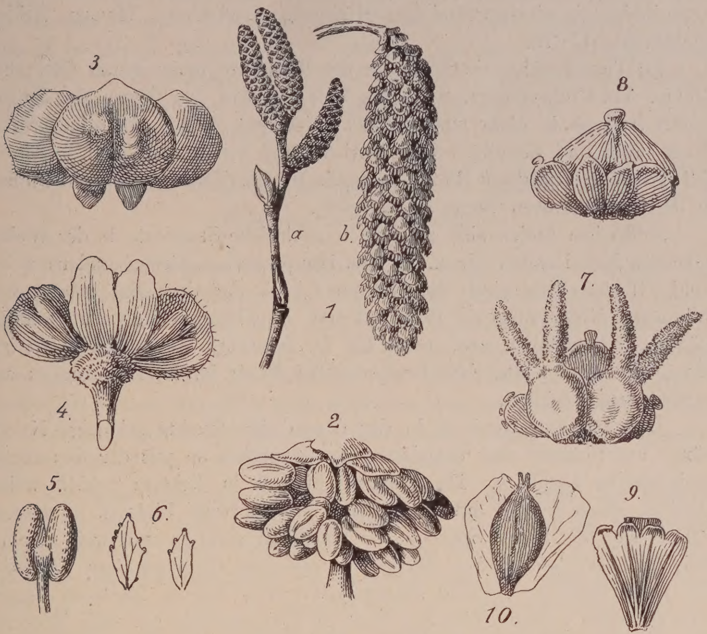


Fig. 29.

Die Alpenerle (*Alnus viridis* DC.)
Einzelheiten des Blütenbaus (nach Hempel und Wilhelm).

1 a. Männliche Kätzchen im Winterzustand. 1 b. Männliche Kätzchen in voller Blüte. 2. Ein männliches Trugdöldchen, aus 3 Einzelblüten bestehend, von oben gesehen. Am oberen Rand der Figur sind die Kätzchenschuppe und die Vorblätter zu sehen. 3. Die das Trugdöldchen begleitenden Hochblätter von außen. 4. Dasselbe von innen. 5. Ein Staubgefäß. 6. Perigonschüppchen der männlichen Blüte mit drüsigen Randzähnen. 7. Das 2blütige Trugdöldchen aus dem weiblichen Kätzchen, von innen gesehen. 8. Die Hochblätter des weiblichen Kätzchens, von innen gesehen; entspricht Nr. 7, nach Wegnahme der beiden weiblichen Blüten. 9. Die miteinander verwachsenen 5 Hochblätter des Fruchtkätzchens. 10. Das Früchtchen, oben die 2 Griffel, seitlich die häutigen Flügel.

Möglicherweise[1]) entspricht die jetzige Alpenerlengrenze der ehemaligen Waldgrenze.

Über ihre untere Normalgrenze hinaus verbreitet sich die Alpenerle in den Molassevorbergen weit in die montane Region hinab: so

---

[1]) Vergl. C. Schröter, Das St. Antöniertal. Landw. Jahrbuch d. Schweiz 1895 S. 230.

namentlich im Kanton Appenzell und im Züricher Oberland, dort über Kreuzegg, Schnebelhorn und Hörnli bis zum Rotbül, in der Bachtel-Allmankette bis zum Panklisgipfel; auch auf der Albis- und Zürichbergkette besitzt sie einige Standorte [Küßnacht, Zürichberg, Hausen, Albishochwacht, (Uto?)].

Im Tessin steigt sie häufig in die Kastanienregion herab (Mte Bré 600 m, Val Colla 600 m, Salvatore 850 m). Auf den Bergen des Sottoceneri tritt sie in einer ausgeprägten, niedrigen (50 cm), kleinblätterigen (1 cm breit) und kleinfrüchtigen Varietät auf, var. *minor* Parl. = *parvifolia* Regel = *Brembana* Rota (Camoghé, Boglia, Tamaro, Garzirola, auch in den benachbarten Bergamaskeralpen).

Außerdem finden sich aber noch zahlreiche Standorte in der Weinzone des Mittellandes, die nicht zum Hauptareal gehören, sondern z. T. wohl Glacialrelikte sind: im Kanton Zürich auf dem Eschenberg bei Wintertur, Nußbaumen bei Bülach, Irchel, Buchberg, Rafz, Weiacherberg, Lägern, Schneisingen usw. (nach Dr. O. Nägeli, schriftl. Mitteil.); im Kanton St. Gallen auf dem Buchberg bei Thal; im Kanton Aargau an verschiedenen Stellen.

Ihre Lieblingsstandorte in den Alpen sind feuchte schattige Nordhänge auf Schiefer und Urgebirge; sie vicaririert so mit der den Kalk besiedelnden Legföhre. Da überzieht sie oft in dichtem Schluß weite Gebiete, einen schwer durchdringbaren Miniaturwald bildend, in dessen Schutz sich die hohen Stauden der Karfluren gefallen und weit emporsteigen: *Adenostyles alpina, Mulgedium alpinum, Chaerophyllum Villarsii*, die Eisenhutarten, *Achillea macrophylla*; auch *Lilium Martagon* hängt ihre rötlichen Turbane hier auf, hoch ins Gebirge steigend. Die Muttern [*Ligusticum* (*Meum*) *Mutellina*] wird im Schutz der Erle bis 80 cm hoch.

Besonders im Kanton Tessin hat sie vielfach die Stelle des zerstörten Waldes eingenommen, bekleidet die zahlreichen Lawinenzüge und bildet ertragsarme ausgedehnte Weidegebüsche.

Ihre Bedeutung für die Ökonomie des Gebirges liegt vor allem in dem Bodenschutz und den bodenverbessernden Eigenschaften. Den steilen feuchten Nordhängen im Gebiet des Bündnerschiefers z. B. gewährt sie Halt und bewahrt sie vor Erdschlipfen. Wo man sie auf der Alp ausreutet, kann man in niederen Lagen direkt Kartoffeln pflanzen, wie das auch z. B. im Entlibuch geschieht. In Lawinenzügen siedelt sie sich gerne an und bildet hier einen trefflichen Bodenschutz, da die elastischen Zweige ohne zu brechen von der Lawine niedergelegt werden und sich nachher wieder aufrichten. Im Abrißgebiet der Lawine wird sie gerade durch dieselbe Elastizität gefährlich, da sie die Schneelasten zum Rutschen bringt. Es ist deshalb in manchen Gebirgsgegenden Vorschrift, an solchen Stellen die Alpenerlen bis auf kurze Stummel wegzuhauen (Coaz).

Die Alpenerle zeigt eine weite Verbreitung: Alpen, Schwarzwald (fehlt aber dem Jura und den Vogesen, ebenso den Pyrenäen), Böhmerwald, böhmisch-mährisches Waldviertel. Im nördlichen Europa fehlt sie, ist aber in ganz Nordasien und Sibirien bis Japan verbreitet, anderseits in Grönland, dem arktischen Amerika und den nordamerikanischen Gebirgen bis Karolina. Sie gehört also zur nordasiatischen Gruppe unserer Alpenpflanzen. Im Süden geht sie bis Korsika.

§ 3. **Die Heidekrautartigen und die Rauschbeere.**
(*Ericaceen* und *Empetrum*).

Zu den wichtigsten Bestandteilen des immergrünen Strauchgürtels unserer Alpenregion gehören die Pflanzen aus der Familie der *Ericaceen* im weiteren Sinne; es kommen hier für uns in Betracht: die Alpenrosen, die Alpenazalee, die Heidekräuter, die Bärentrauben und die Vaccinien (Heidel-, Preißel-, und Moorbeeren); und ihnen schließt sich pflanzengeographisch und ökologisch enge ein Sträuchlein aus einem ganz anderen Verwandschaftskreis an, die Rauschbeere oder Krähenbeere (*Empetrum nigrum*, mit Buchs und Wolfsmilch verwandt).

Alle diese Sträucher sind immergrün, mit Ausnahme der Heidelbeere, Moorbeere und Alpenbärentraube; sie überziehen in geselligem Zusammenschluß weite Strecken. Sie bilden mit ihren Verwandten die arktische Zwergstrauchtundra, die niederdeutsche und baltische Callunaheide (z. B. Lüneburg), die *Erica*-Heiden des Kaplandes, unsere alpine Zwergstrauchheide auf Humus und Felsschutt, überziehen vielfach als Unterholz den Boden sandiger Kiefernwälder sowohl als humusreicher Fichten- und Arvenwälder, und bewohnen endlich das Hochmoor.

Eine Reihe gemeinsamer Lebenserscheinungen zeichnet diese höchst einheitlich organisierte Gruppe aus: die Bildung geselliger Verbände, die Vorliebe für mineralarmen Boden, das Vorkommen einer „endotrophen Mykorrhiza“, die Anpassung der Blätter an Trockenheit.

Sie sind zu geselligen, alles andere unterdrückendem Wuchs befähigt durch die reiche dichte Verästelung, die nach dem Absterben der Blütensprosse immer wieder auf neue Seitenzweige zurückgreift, dann durch die Fähigkeit unterirdischer Ausläuferbildung (bes. *Vaccinium uliginosum* und *Myrtillus*) oder reichen Stockausschlags und durch wirksame Verbreitungsmittel (Beerenfrüchte, oder sehr kleine flugfähige Samen).

Die meisten ihrer Standorte haben den gemeinsamen Charakter der Armut an mineralischen Nährstoffen; die *Ericaceen* und *Empetrum* sind meist „*oligotroph*“; und besonders fliehen sie den Kalkgehalt der Bodennährlösung (sie sind „Kalkfliehend“, mit Ausnahme von *Rhod.*

hirsutum, Erica carnea und *Arctostaphylos officinalis*).[1]) Diese drei können auf reinem nacktem Kalkboden auftreten. Meistens aber sind es humusreiche Böden: Waldhumus, Moorhumus, alpiner Trockentorf, schwarze Humuserde auf Kalk, oder es sind magere Sandböden (*Calluna, Erica Tetralix* in der norddeutschen und holländischen Heide, *Empetrum* auf der Sandwüste von Röros in Norwegen, letzteres nach mündlicher Mitteilung von Frau Dr. Th. Resvoll).

Ausnahmen bilden die Besiedelung mineralkräftiger Urgebirgsböden im Gebirge durch die Alpenheide, das Auftreten ausgedehnter Teppiche der Bärentraube (*Arctostaphylos officinalis*) auf Kalkboden und Dolomit (z. B. den Gadmenfluhen bei Gadmen oberhalb Meiringen, auf Mot Madlein am Abhang des Dolomitberges Piz Madlein im Unterengadin) der *Erica carnea* auf Kalkschutthalden und des *Rhododendron hirsutum* auf Kalkfels.

„Humuszeiger" sind die Ericaceenbestände oft in deutlichster Weise: wo auf alpiner Weide unter dem Boden der Fels nahe heranstreicht, die mineralreiche Krume fehlt, da siedelt sich eine kleine Heideoase an, auf ihrem eigenen Humus wurzelnd (Drude, Flora 1896 Nr. 31, Schröter, St. Antönien, S. 234). Und im Fichtenwald des Creux du Van im Neuenburger Jura sind die Preißelbeerbüsche auf die vermoderten Baumstümpfe beschränkt, während der Boden eine reiche Kalkflora trägt.

„Magerkeitszeiger" sind für den aufmerksamen Älpler besonders *Calluna* und die *Vaccinien*: Düngung vertreibt sie unfehlbar.

Sämtliche Arten unserer Gruppe zeigen in ihrem Verhalten Anpassungen an Trockenheitsschutz. Die immergrünen Arten haben denselben nötig für die kalte Jahreszeit, wo die Trockenheit der Luft und die Kälte des Bodens zusammenwirken, die Blätter zu gefährden. Die Humusbewohner brauchen Trockenheitsschutz, weil Humusboden durch die Kraft, mit welcher die Humusstoffe das Wasser zurückhalten, zu einem physiologisch trockenen Boden wird. Und für die Bewohner der trockenen Kalkböden (*Erica* und *Arctost. officinalis*) ist die Sache so wie so klar.

Solche „xerophytische" Anpassungen sind (vergl. Fig. 30):

---

[1]) Sehr schön ist das z. B. im Sesvennatal (Seitental des Val Scarl, Unterengadin), unterhalb der Alp Marangun zu sehen. Auf der rechten südlich exponierten Talseite, auf den vom Piz Cornet herabrieselnden Dolomitschutthalden finden sich zwischen den Legföhren bis 2360 m nur *Erica carnea* und *Arctostaphylos officinalis*. Drüben, auf dem aus Urgebirge bestehenden Nordhang ist dagegen die Zwergstrauchheide mit *Rhododendron ferrugineum, Vaccinium uliginosum* und *vitis idaea*, *Azalea procumbens* und *Empetrum* typisch ausgebildet. — Auch in dem beweglichen Dolomitschutt des Mot Madlein bei 2000—2200 m treten unter den Legföhren nur *Erica carnea* und *Arctost.* auf.

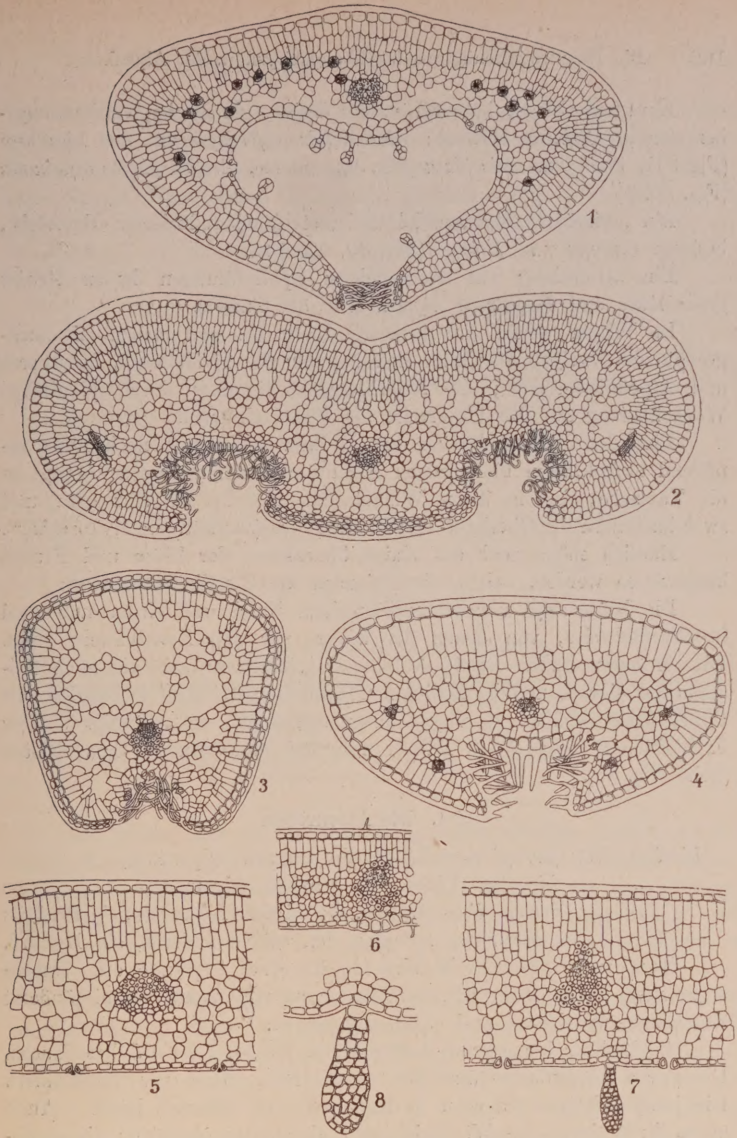


Fig. 30.

Die Anpassungen an Trockenheit bei den Blättern der alpinen *Ericaceen* und von *Empetrum.*

(Blattquerschnitte in 70facher Vergrößerung.)

1. *Empetrum nigrum* (Rauschbeere), Rollblatt mit Bergung der verdunstenden Spaltöffnungen in einen dunstgesättigten Innenraum, der durch das Umbiegen des Randes nach unten geschaffen wird und nur durch eine schmale, noch durch Haare verengerte Spalte mit der Außenluft in Verbindung steht. 2. *Azalea procumbens*, Alpenazalee, Rollblatt mit 2 Rinnen, in denen die unter Haaren geborgenen Spaltöffnungen liegen. 3. *Erica carnea*, fleischrote Heide; „ericoïdes" Nadelblatt; Verringerung der verdunstenden Oberfläche durch Vermeidung flächenartiger Ausbreitung; kombiniert mit schwacher Rollblattbildung. 4. *Calluna vulgaris*, gemeines Heidekraut, ebenso. 5. *Arctostaphylos officinalis*, gebräuchliche Bärentraube. 6. *Vaccinium uliginosum*, Moorbeere. 7. *Vaccinium vitis idaea*, Preißelbeere. 8. Drüsenzotte der letzteren vergrößert. 5—7 haben derbe mit starker Cuticula versehene „Lederblätter". (Orig. von E. Stauffer, cand. rer. nat.) — NB. Man vergleiche außerdem Fig. 31, die „Lederblätter" von Rhododendron mit wasseraufsaugenden Drüsenschuppen darstellend!

Ein „Lederblatt", immergrün, mit derber, glänzender, verdunstungshemmender Cuticula besitzen: *Rhododendron ferrugineum* und *hirsutum* (Fig. 31), *Vaccinium vitis idaea* (Fig. 30, 7 und 8), *Arctostaphylos officinalis* (Fig. 30, 5).

Ein „ericoïdes" Blatt, nadelförmig, steif, mit reduzierter Oberfläche, besitzen *Calluna* und *Erica*. (Fig. 30, 3 und 4.)

Ein „Rollblatt" mit eingesenkten Spaltöffnungen haben *Azalea procumbens* und *Empetrum nigrum* (Fig. 30, 1 und 2).

Im Winter werfen das bedrohte Laub ab, und stehen mit korkgeschützten Zweigen als „Winterxerophyten" da: Heidelbeere, Moorbeere und Alpenbärentraube; die Moorbeere im Sommer durch bläulichen Wachsüberzug auf der Unterseite ihr Blatt schützend.

Eine der merkwürdigsten und in ihrer Bedeutung noch nicht genügend aufgeklärten biologischen Eigentümlichkeiten unserer Gruppe ist die Tatsache, daß in ihren Wurzeln ausnahmslos ein Pilz lebt, und zwar im Innern der Oberhaut- und Rindenzellen („endotrophe Mykorrhiza").

Endlich möge noch auf einige Charaktere der Blüte und Frucht hingewiesen werden, welche die *Ericaceen* als Familie bezeichnen:

Die Blüte zeigt verwachsenblätterigen Kelch und Krone und zwei Staubgefäßkreise, von denen der äußere vor den Kronblättern steht. Die Antheren haben häufig Anhängsel (*„Bicornes"*), die als „Schüttelapparate" dienen, um das honigholende Insekt mit Pollen zu beladen; die Pollenkörner bleiben zu vieren zusammenhängen (in *„Tetraden"*). Der Fruchtknoten zeigt 4—5 Fächer mit weit vorragenden Samenleisten (siehe Fig. 32).

§§ 1. Die Alpenrosen.

Rhododendron ferrugineum Linné, die rostrote Alpenrose;
„ *hirsutum* Linné, die behaarte Alpenrose;
„ *intermedium* Tausch, die mittlere Alpenrose, ein Produkt der Kreuzung zwischen den beiden anderen, ein Bastard.

Gemeinschaftliche Merkmale der drei Alpenrosen. Unsere Alpenrosen bilden Sträucher, vom Boden an reichverzweigt, mit äußerst langsamem Wachstum und engen Jahrringen.

Sie besitzen immergrüne Lederblätter, die etwa 3—4 Jahre dauern. Die derbe Cuticula schützt das ausgebildete Blatt vor Trockenheit. Die jungen Blätter dagegen vertrocknen und erfrieren leicht. Auch gegen Fraß durch das Weidevieh sind die Blätter geschützt; die naschhaften Ziegen freilich — die ja alles probieren, sogar den giftigen Germer und den bittern Enzian — verschonen auch die Alpenrosen nicht.

Die Blätter führen stets Drüsenschuppen, die anfangs, an den jungen Blättern, als hellgelbe, später als rostbraune Punkte erscheinen.

Sie sind äußerst zierlich gebaut (siehe Fig. 31) und sezernieren einen Balsam, der aus einem ätherischen duftenden Öl und schleimig-harzigen Stoffen besteht. Bei unserem alten Konrad Gessner heißt die Alpenrose deshalb Alpenbalsam (*Balsamum alpinum*). Das Sekret wirkt nach Kerner wasserfesthaltend, die Drüsen wasseraufsaugend, also zur Verstärkung der xerophytischen Anpassung.

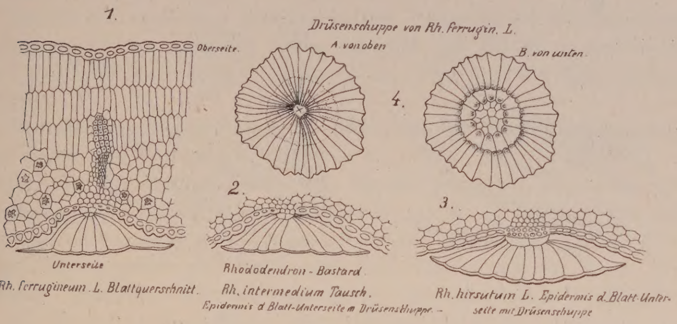


Fig. 31.

Blattbau und Drüsenschuppen der 3 Alpenrosen.

1. Querschnitt durch das Blatt von *Rh. ferrugineum*. Epidermis beiderseits stark cuticularisiert (Trockenheitsschutz!). Epidermiszellen der Blattunterseite papillös vorgewölbt; Drüsenschuppe stark eingesenkt. 2. Epidermis der Blattunterseite und Drüsenschuppe von *Rh. intermedium*, dem Bastard. Die Epidermiszellen halten in ihrer schwachen papillösen Vorwölbung die Mitte zwischen denjenigen der beiden Eltern, ebenso die Drüsenschuppe im Grade der Einsenkung und in ihrer Form. 3. Dasselbe von *Rh. hirsutum*; Epidermiszellen flach und Drüsenschuppen wenig eingesenkt. 4. Drüsenschuppe von oben und von unten gesehen. (Orig. C. S.)

Die Blüten sind vor dem Aufblühen durch kräftige, braune, zapfenartige Knospen eingeschlossen, und geschützt, die das Ende der Triebe bilden. Im Alpensommer (etwa Mitte Juni) brechen sie mit leuchtendem Rot aus der braunen Schuppenhülle hervor, die erst sich noch etwas gestreckt hat, um die zarten jungen Blüten noch länger zu behüten.

Die Bestäubung der Blüte, d. h. die Übertragung des Blütenstaubs auf die Narbe, geschieht durch Insekten, vorzugsweise Hummeln. Die leuchtend rote Krone fungiert als wirksamer Schauapparat; am Grunde des Fruchtknotens sitzt ein grüner Drüsenring (Fig. 32, 5), der reichlich Honig absondert, den die Hummeln zu saugen kommen. Der Honig ist durch die horizontal stehende Krone vor Regen geschützt; abstehende Haare an den Staubfäden, die mit analogen Haaren auf der Innenseite der Krone zusammenwirken, halten wie eine feine Reuse hineinkriechende Insekten ab (Fig. 32, 3 und 4).

Es ist dabei dafür gesorgt, daß die Hummeln den Blütenstaub nicht auf die Narbe derselben Blüte, sondern einer anderen übertragen,

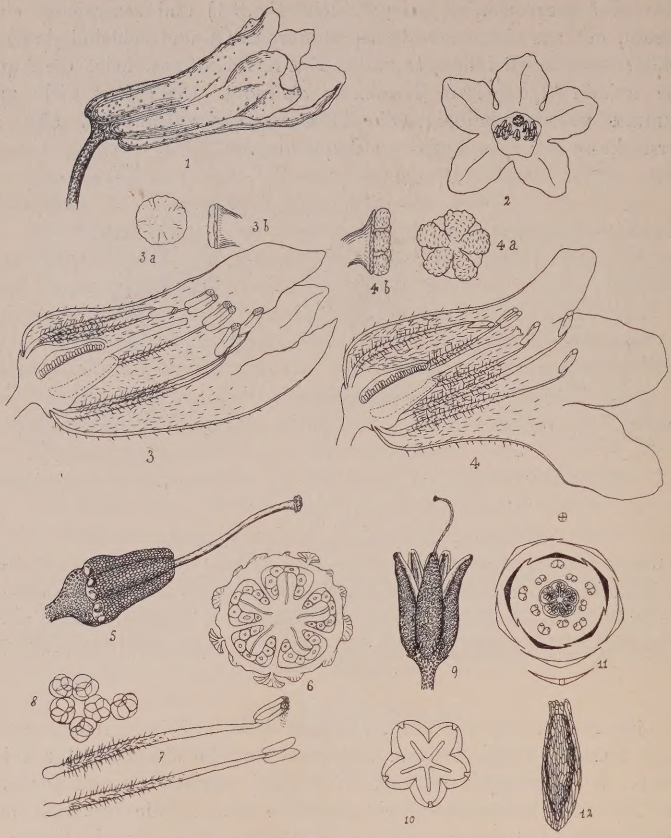


Fig. 32.

Blüte und Frucht von *Rhododendron ferrugineum.*

1. Blüte von der Seite ($^{25}/_{1}$). 2. Dieselbe von vorn; man sieht die nach oben gebogenen Staubbeutel, welche alle ihre pollenbedeckten Poren nach oben kehren, damit die Unterseite von honigholenden Insekten mit Pollen belegt werde. Drüber liegt die Narbe. 3. Blüte im ersten männlichen Stadium des Blühens: Staubbeutel stäubend, Narbe noch nicht entwickelt ($^{4}/_{1}$). 3a. Narbenfläche von vorn ($^{20}/_{1}$). 3b. Dieselbe von der Seite; Papillen noch nicht entwickelt. 4. Blüte im zweiten weiblichen Stadium: Staubbeutel entleert, Narbenpapillen entwickelt ($^{4}/_{1}$). 4a. Narbenfläche mit den 5 Papillenfeldern von vorn ($^{20}/_{1}$). 4b. Dieselbe von der Seite ($^{20}/_{1}$). 5. Stempel für sich, am Grunde mit honigabsondernden Drüsenhöckern ($^{4}/_{1}$). 6. Fruchtknoten im Querschnitt, fünffächerig; in jedes Fach ragt eine Placenta mit zahlreichen Samenanlagen weit hinein ($^{10}/_{1}$). 7. Staubgefäße: Staubfäden mit Haaren besetzt, zum Honigschutz; Staubbeutel mit Löchern aufspringend ($^{5}/_{1}$). 8. Pollenkörner, je zu vieren vereinigt („Tetraden") ($^{100}/_{1}$). 9. Frucht im aufgesprungenen Zustand; sie springt mit 5 Klappen auf, welche am Rande die gespaltenen Scheidewände tragen („scheidewandspaltig" oder „septicid"); in der Mitte bleibt die axile fünfflüglige Samenleiste stehen, vom Griffel gekrönt ($^{4}/_{1}$). 10. Frucht von oben; im Zentrum die axile Placentasäule. 11. Blütengrundriß. 12. Same ($^{30}/_{1}$).
(Orig. von E. Stauffer, cand. rer. nat.)

daß also die vorteilhaftere Fremdbestäubung ausgeübt wird. Das wird dadurch erreicht, daß die beiderlei Sexualorgane nicht gleichzeitig reif sind; die Blüte durchläuft vielmehr zwei Stadien: das erste ist männlich (Fig. 32, 3), die Staubbeutel entlassen schon sehr früh den Pollen, während die Narbe noch nicht reif ist für den Blütenstaub, noch nicht „bestäubungsfähig“; sie hat noch keine pollenfangenden Papillen und sondert noch keine Narbenflüssigkeit ab (Fig. 32, 3a und b).

Im zweiten weiblichen Stadium ist der Pollen weggeholt, abgestreift von honigsuchenden Insekten; dafür hat sich nun die Narbe entwickelt (Fig. 32, 4) und kann jetzt mit Pollen aus einer anderen Blüte belegt werden.

Das ist der normale Vorgang: Belegung der Narbe einer älteren Blüte durch den Pollen einer jüngeren.

Ist aber zur Blütezeit schlechtes Wetter gewesen, so daß die bestäubenden hilfreichen Insekten ausblieben, so ist für solche Fälle für Selbstbestäubung gesorgt, d. h. Belegung der Narbe mit Pollen derselben Blüte; denn das ist immer noch besser als gar keine Bestäubung! Entweder tritt ein Staubgefäß, das mit Pollen behaftet ist, mit der Narbe in Berührung, oder aber es findet eine indirekte Bestäubung statt: am Ende der „Anthese“ löst sich die Krone los und fällt als Ganzes ab; dabei wird sie über die Narbe weggestreift und kann so Blütenstaub auf derselben abstreifen, der zwischen den Haaren auf der Innenseite der Krone sitzen geblieben ist.

Der Honig in der Alpenrosenblüte ist selbstverständlich nur für Insekten bestimmt, welche in der geöffneten Blüte auf dem normalen Wege von vorne hineinkriechen, und dabei gleichzeitig unfreiwillig und unbewußt das Amt des Bestäubers versehen. Es wird aber auch häufig Honigraub, Honigdiebstahl ausgeführt, durch unberufene Gäste und zwar durch kurzrüsselige Hummeln, welche auf dem normalen Wege nicht zum Honig gelangen können. Sie wittern den Honig, sie merken, daß er im Blütengrunde liegt, und nun scheuen diese frechen Gesellen einen Einbruchdiebstahl nicht! Sie beißen mit ihren kräftigen Kiefern ein Loch in die Krone, dicht über den Kelch, und saugen von außen den süßen Raub, ohne dabei zu bestäuben; ja sie verhindern auf diese Weise sogar die normale Bestäubung, indem die geplünderten Blüten dann nicht von anderen Hummeln besucht werden. Es wird vielfach beobachtet, daß dann sogar Insekten, die gewöhnlich normal Honig holen und dabei als Bestäuber wirken, das einmal gebissene Loch benutzen! So kann die Fremdbestäubung total gehindert werden.

In den Rhododendronbeständen am Partnunsee in St. Antönien bei 1870 m beobachtete ich am 10. August 1892, daß auf einem großen Umkreis alle Blüten des *Rh. hirsutum* (und es waren trotz der vorgerückten Jahreszeit noch viele da!) von einer Hummel angebissen

waren.[1]) In demselben Umkreis hatten die verblühten Blüten nur spärlich Frucht angesetzt, viel spärlicher als in der Nähe, wo nur wenige angebissene Blüten sich fanden.

Auf diesem so äußerst anziehenden Gebiet der Blütenbiologie, der mannigfaltigen Anpassungen der Blüten an besuchende Insekten, sind auch für den botanischen Dilettanten noch viele interessante Beobachtungen leicht anzustellen. Ein Einblick in diese wunderbare Welt wird zur Quelle der edelsten Genüsse.[2])

Nun sind also unsere Rhododendronblüten bestäubt; die Krone löst sich leise und sinkt zur Erde; der grüne Fruchtknoten, mit braunen Drüsenschuppen dicht bedeckt, kommt zum Vorschein; die Frucht beginnt zu schwellen, die vorher seitwärts gebogenen Blütenstiele strecken sich bolzgerade, vertikal aufrecht, und die reife Frucht öffnet im Spätherbst ihre zierlichen fünf Klappen von oben nach unten (Fig. 32, 9, 10); so fallen die Samen nicht auf einmal heraus, sondern bleiben lange in der geöffneten kelchartigen Frucht bei einander, um allmählich, von den verschiedenen Winden, welche die steifen Kapselstiele schütteln, in alle Richtungen ausgestreut werden. Ein solches feines Sämchen wiegt nur 0,00002 Gramm, ist also äußerst flugfähig (Fig. 32, 12).

Die Schmarotzer der Alpenrosen. Das sind die unseren drei Alpenrosen gemeinsamen Eigentümlichkeiten. Werfen wir noch einen Blick auf ihre Schmarotzer, die z. T. sehr auffallende Veränderungen an ihnen hervorrufen, ohne ihnen aber wesentlich zu schaden (Fig. 33—35).

Einige Schmarotzerpilze suchen die Alpenrose häufig heim:

Da ist vor allem der Goldschleim der Alpenrose (*Chrysomyxa Rhododendri* de Bary, Fig. 33, 2, 3), der auf der Unterseite der überwinterten älteren Blätter, an den Blattstielen, den Zweiglein, seltener an den Blüten kleine intensiv orangegelbe kaum hervorragende Flecken erzeugt. Er ist so außerordentlich häufig, daß man kaum einen Stock ohne ihn findet. Er ist forstlich von großer Bedeutung: denn von der Alpenrose geht er auf die Fichte über und erzeugt dort auf den sich gelb verfärbenden und bald abfallenden Nadeln reihenweise auftretende weißliche Fruchtbecherchen, welche mit orangeroten Sporen gefüllt sind (*Aecidium abietinum* Alb. und Schw., Fig. 33, 3a und b). Man kannte diesen Pilz schon lange; er erzeugt oft ausgedehnte Epidemien: so

---

[1]) Saugend fand ich an den Löchern *Bombus alticola* (nach freundlicher Bestimmung durch Prof. Wegelin, Frauenfeld); ob er auch die Löcher gebissen, konnte ich nicht beobachten.

[2]) Eine treffliche Einführung dazu bietet das Büchlein von Sir John Lubbock: Blumen und Insekten. Für tieferes Eindringen sei genannt: Loew, Blütenbiologie auf historischer Grundlage und speziell in das Studium der Blütenbiologie der Alpenflora führt ein: Müller, H., Alpenblumen und ihre Befruchtung durch Insekten.

1893 unterhalb der Fürstenalp bei Chur, 1895 auf weite Strecken an der Albularoute, von Bergün bis Preda, am Pilatus usw. Daß der Fichtenpilz nur in der Region der Alpenrosen sich zeigt,[1] war so lange ein ungelöstes Rätsel, bis ano 1879 der bekannte Pilzforscher De Bary den Zusammenhang mit dem Goldschleim der Alpenrose nachwies.

Fig. 33.

Die Schmarotzer der Alpenrosen.

1. (in $^1/_2$ nat. Gr.) Die sogenannten Alpenrosenäpfelchen; gelbliche, mit roten Bäckchen gezierte bis kirschgroße Pilzgallen von *Exobasidium Rhododendri*. 2. ($^1/_2$). *Chrysomyxa Rhododendri*, der Goldschleim-Rostpilz, auf der Unterseite. Blätter goldgelbe Flecken erzeugend. 3. *Aecidium abietinum* auf Fichtennadeln, die Becherfruchtform des vorigen Pilzes. 4. ($^1/_2$). *Apiosporium Rhododendri*, schwarze Flecken. 5a. ($^1/_2$). *Cenangella Rhododendri*, ein Scheibenpilz, die jungen Früchte zusammenklebend, mit scheibenförmigen Sporenfrüchtchen. 5b. (ca. $^{100}/_1$). Sporenschlauche und Saftfäden aus der Sporenschicht. 5c. ($^2/_1$). Die Sporenscheiben, auf der Innenseite mit der Sporenschicht überzogen. 6. *Sclerotinia Rhododendri*: a. ($^1/_1$). Geschlossen bleibende vom Dauerzustand des Pilzes, dem *Sclerotium* erfüllte Früchte. b. ($^2/_1$). Eine pilzbefallene Frucht im Querschnit: die Fruchtfächer von einer weißen käsigen Masse erfüllt, in welcher die Samenleisten mit den verkümmerten Samen liegen. c. ($^1/_1$). Ein ausgekeimtes *Sclerotium*, die Scheibenfrucht erzeugend. 7. ($^1/_2$). Blattrollung an *Rh. ferrugineum* durch *Eriophyes alpestris* Nal., eine Gallmilbe (= *Phytoptus alpestris* Thomas). 7b. ($^3/_1$). Querschnitt durch ein gerolltes Blatt. 8. ($^1/_2$). Kombination von Blattrollung mit Gallen von *Exobasidium* (kirschentragende Alpenrose!). 9. ($^1/_2$). Gefüllte Blüten, durch eine Gallmilbe erzeugt. (1, 2, 3, 4, 5a, 6a u. b, 7, 8 u. 9 nach Natur v. L. S., 5b u. c nach Rehm, 6c nach Fischer, 7b nach Kerner.)

Viel auffallender sind die bekannten „Alpenrosenäpfeli" oder „Saftäpfel"; kugelige, erbsen- bis kirschgroße rotwangige fleischige Auswüchse an Blättern, seltener Blüten (Fig. 35), die wie Eichengalläpfelchen aus-

[1] Im norddeutschen Tieflande, wo es keine Alpenrosen gibt, kommt er allerdings auch vor; dort ist aber statt der Alpenrose der Sumpfporst (*Ledum palustre*) der Übeltäter, auf welchem der Goldschleim sich findet.

sehen. Es sind Pilzgallen, Gewebewucherungen, die durch den Reiz eines ins Blatt eingedrungenen Fadenpilzes bewirkt werden (*Exobasidium Rhododendri* Fuckel, Fig. 33, 1 und 8, Fig. 34), der seine Sporen als mehligen Überzug auf der Oberfläche der Äpfelchen bildet. Der Strauch leidet hierunter ebensowenig wie unter dem vorigen Pilz. Die Verbindungsstelle mit dem Blatt ist sehr schmal (1—2 mm im Durchmesser) und das befallene Blatt ist somit gar nicht verändert. Nach KERNER soll die Galle so rasch wachsen, daß sie schon in 24 Stunden einen Durchmesser von 2—2,3 cm erreicht.

Fig. 34.
Alpenrosenäpfelchen.
(Pilzgalle von *Exobasidium Rhododendri*)
Facsimile einer Abbildung aus:
J. J. SCHEUCHZER, Itinera per Helvetiae alpinas regiones facta. Leyden 1723. Bd. I, Tab. XIX Fig. 3.

Sehr häufig beherbergt die rostrote Alpenrose einen „Russtau", d. h. einen Pilz aus schwarzem flockigem Fadengewirr auf den Zweigen und der Unterseite der Blätter (*Apiosporium Rhododendri* Fuckel, Familie der Kernpilze, Fig. 33, 4). Ein Scheibenpilz (*Cenangella Rhododendri*, Fig. 33, 5 a b c) verklebt die jungen Fruchtstiele mit seinen Fäden und bildet auf denselben seine scheibenförmigen Sporenfrüchte.

Endlich hat Professor E. FISCHER-Bern[1]) 1891 in unreifen Früchten beider Arten einen Pilz entdeckt (*Sclerotinia Rododendri* Fischer Fig. 33, 6 a b c), der dieselben mit einer weißen käsigen Masse ausfüllt, sie gleichsam „mumifiziert" (Sigriswylergrat, ob Waldspitz am Wege von Grindelwald zum Faulhorn, häufig um Saasfee und Mattmark). Diese verpilzten Früchte fallen ab,[2]) überwintern auf dem Boden (sie stellen ein hartes Dauerstadium, ein „Sklerotium" dar). Im Frühjahr entspringen aus denselben langgestielte Becherfrüchtchen, deren Sporen auf eine bisher nicht bekannte Weise wieder neue Pflanzen infizieren.

Von tierischen Schmarotzern sind namentlich Gallmilben (*Eriophyes alpestris* Nal. = *Phytoptus alpestris* Thomas) bekannt, welche durch ihren Stich die Blätter zum Zusammenrollen bringen (siehe Fig. 33, 7). Dabei entstehen auf beiden Seiten des Blattes sonst fehlende feine einzellige

---

[1]) E. FISCHER. Die Sklerotienkrankheit der Alpenrosen. Ber. d. schw. bot. Ges., Heft IV S. 1.

[2]) Daran sieht man zu jeder Jahreszeit, ob in einem Alpenrosenfeld der Pilz vorhanden ist oder nicht; die gesunden aufgesprungenen Früchte bleiben 1—2 Jahre sitzen, die mumifizierten fallen ab und hinterlassen den bloßen Stiel.

Haare; die Schuppen bleiben, aber werden nicht gebräunt; das ganze Blatt erscheint hellgrün. Höchst originelle Gallenkombinationen entstehen, wenn am Ende dieser stielartigen Blätter sich Alpenrosenäpfeli entwickeln: sie sehen wie ein Büschel Kirschen aus (Fig. 33, 8).

Fig. 35.

Alpenrosenäpfelchen (*Exobasidium Rhododendri*) als Pilzgalle auf den Blüten der rostroten Alpenrose (seltener Fall!).

Bei Orselina b. Locarno 450 m ü. M. leg. stud. Acker. (Nach Nat. v. L. S.)

Dieselbe Gallmilbe veranlaßt nach Loew eine Füllung der Blüten: es werden nicht nur die Staubgefäße und Fruchtblätter in Blütenblättchen umgewandelt, sondern noch eine Anzahl neuer Blütenblätter erzeugt. Funde solcher gefüllter Alpenrosen sind mir aus dem Tessin, der Grimsel, Graubünden, Entlibuch und vom Dreispitz im Kiental bekannt geworden. Endlich finden sich in knospenartigen Blatthäufungen die Larven einer Gallmücke.

Etwas anderes, eine ganz spontane Umwandlung ist diejenige des Kelches in Blumenblätter, wie sie Dr. Brenner am Gotthard beobachtete.

Unterschiede der beiden Arten. Wir haben nun die gemeinsamen Merkmale, die Schmarotzer und die Verbildungen unserer drei Alpenrosen kennen gelernt; die folgende Tabelle setzt uns ihre Unterschiede auseinander.

	Rhododendron ferrugineum	*Rhododendron hirsutum*
Wuchs:	Strauch langästig, schwach verzweigt, die Äste unterwärts oft auf lange Strecken blattlos, bis 2 m hoch werdend.	Strauch kurzästig, reich und dicht verzweigt, reichbeblättert, höchstens 1 m hoch.
	Nach dem Blühen erscheinen unter den Blütenständen in verschiedenen Abständen einer oder wenige Laubsprosse (Dr. Volkart).	Vor dem Blühen erscheinen unterhalb der Blütenstände in annähernd gleicher Höhe 3—6 Laubsprosse (Dr. Volkart).
Blätter:	Derb, dick, ledrig, dunkelgrün und glänzend, am Rande umgerollt, vollständig kahl; unterseits mit Drüsenschuppen dicht bedeckt und anfangs gelblich, später tief rostrot.	Dünner, weniger lederartig, freudiggrün, am Rande seicht gekerbt, von langen, borstlichen Haaren gewimpert, die aus den Buchten entspringen. Unterseite nur mit wenigen zerstreuten Schuppen, hellgrün, nicht rostrot.
	Form und Größe siehe Fig. 36.	Form und Größe siehe Fig. 36.
	Oberhautzellen der Blattunterseite papillenartig vorgewölbt (Fig. 30, 1).	Oberhautzellen der Blattunterseite ganz flach (Fig. 30, 3).
	Drüsenschuppen s. Fig. 31, 1 u. 4.	Drüsenschuppen s. Fig. 31, 3.
Blüten:	Etwas früher blühend; Farbe dunkler.	Später blühend, Krone zarter, heller, leuchtender gefärbt.

Der Bastard zwischen beiden, *Rh. intermedium* Tausch, hält genau die Mitte zwischen beiden Eltern, wie am besten aus Fig. 31 und 37 hervorgeht.

Er ist fruchtbar: eine Untersuchung der Keimfähigkeit seiner Samen auf der Samenkontrolstation in Zürich ergab eine solche von 30 %.

Er bildet sich überall, wo beide Arten nebeneinander vorkommen, aber auch nur dort; das beweist, daß er nicht etwa eine bloße Mittelform ist. Der zuerst entstandene primäre Bastard hält genau die Mitte zwischen beiden Eltern. Wird dieser nun durch Pollen von

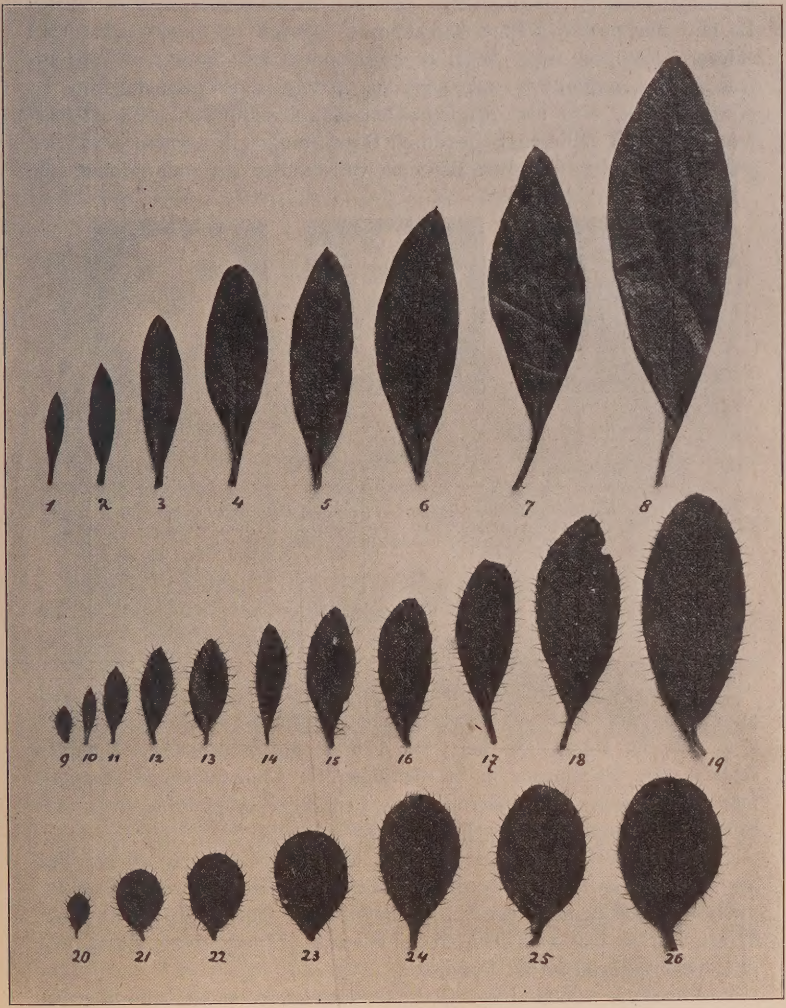


Fig. 36.

Blattformen von *Rhododendron ferrugineum* (1—8) und *Rhododendron hirsutum* (9—26) in natürlicher Größe.

Es sind die extremen Blattformen, wie sie an einem reichen Herbarmaterial ausgesucht werden konnten, und wie sie sich an verschiedenen Stellen der Zweige auch derselben Sträucher fanden. (Nr. 8 stammt vom Monte Cenere im Kt. Tessin bei 250 m ü. M.; Nr. 13 ist die var. *hispidissima* Schröter von der Grigna am Comersee; Nr. 19 stammt vom Sentis; Nr. 23 vom Gyps von Le Gessi am Berninapaß b. 2300 m.)

Rh. hirsutum zeigt 2 Blatt-Typen, einen länglichen, Nr. 9—19, und einen rundlichen, Nr. 20—26. (Orig.)

hirsutum bestäubt, so enthält der nun entstehende „rückgekreuzte“ Bastard nur noch $^1/_4$ Blut *ferrugineum*, dagegen $^3/_4$ *hirsutum*; er wird stärker bewimpert sein. Wird er noch einmal mit *hirsutum*-Pollen befruchtet, so enthält er nur noch $^1/_8$ *ferrugineum*-Blut, dagegen $^7/_8$ *hirsutum*-Blut, wird also dem *hirsutum* immer ähnlicher. Das Gleiche kann nach der anderen Seite durch Bestäubung mit *ferrugineum*-Pollen geschehen, und so erhalten wir eine vollständige gleitende Reihe, die

Rhododendron ferrugineum | *Rhododendron ferrugineo × hirsutum* (Bastard) | *Rhododendron hirsutum*

Fig. 37.

Ein Stück der Blattunterseite der 3 Alpenrosen, mit der Camera lucida gezeichnet. Die Kreischen bedeuten die Drüsenschuppen. Der Bastard hält in der Anzahl derselben genau die Mitte zwischen beiden Eltern. (Nach Nat. v. C. S.)

von *ferrugineum* mit abnehmender Rostigkeit und zunehmender Behaarung durch rückgekreuzte Bastarde zum primären Bastard und von da zu *hirsutum* hinüberführt.

Solche gleitende Reihen kann man überall konstatieren, wenn man an Orten, wo beide Eltern vorkommen, jeden Busch untersucht. So z. B. auf der Fürstenalp bei Chur 1780 m auf kieselreichem Bündnerschiefer, am Partnunsee in St. Antönien, in Churwalden, im Sertigtal beim Wasserfall, Maderanertal, Engstlenalp, Pilatus, Mattstock beim Speer, im Sesvennatal (Scarl) usw. usw.

Der Bastard ist oft sogar häufiger als die Stammarten: so am Fuß des Wetterhorns nach Brügger, im Gschnitztal in Tirol nach Kerner, auf der Sulzfluhganda bei St. Antönien nach eigenen Beobachtungen. Wir haben es hier vielleicht mit einem zur Art werdenden Bastard zu tun, einer „*hybridogenen*“ Spezies.

A b a r t e n. Vom *Rhododendron ferrugineum* kennt man folgende Abarten:

var. *albiflorum* ist die seltene weißblühende Form, die hin und wieder ganz isoliert auftritt, in einzelnen Stöcken, die meist von den Älplern geheim gehalten werden. In größerer Menge kommt sie aut den Alpen von Claro bei Bellinzona vor; an Pfingsten 1902, am 17. Mai brachte man uns ganze Sträuße von dort nach Bellinzona.

var. *myrtifolium* Schott ist eine kleinblätterige Form, die in den Karpathen von Stoj in den Waldkarpathen über Maramaros und die ganzen siebenbürgischen Randgebirge verbreitet, unser *ferrugineum* ersetzt.

Die behaarte Alpenrose ist veränderlicher. Wir kennen von *Rhododendron hirsutum* folgende Abarten:

var. *albiflorum*, weißblühend, aber viel seltener als die weiße Abart der anderen Art, kommt auf Palfries am Alvier und auf der Hundwilerhöhe vor. Diese Abart findet sich in einer eigentümlichen Spielart:

Fig. 38.

Rhododendron hirsutum L., var. *albiflorum*, lusus *laciniatum* Schröter.
Die schlitzblättrige Spielart der weißblühenden Abart der behaarten Alpenrose.
Nach einem im Garten von Herrn O. Froebel, Zürich, kultivierten Exemplar phot. (nat. Gr.).

lusus *laciniatum* Schröter, mit am Grunde zerschlitzten Blättern (Fig. 38). Einen Strauch dieser Form erhielt Herr Otto Froebel in Zürich aus dem Allgäu zur Kultur, sonst ist sie nirgends bekannt.

var. *hispidissima* Schröter, mit enorm langen und steifen Haaren, die bis $^1/_3$ der Blattbreite erreichen! Auf der Grigna di Mandello bei Lecco vom Verfasser konstatiert (Fig. 36, 13).

var. *glabratum* Ascherson und Kanitz, in Galizien vorkommend, mit ganz wenigen Haaren.

var. *lasiopus* Brügger (auf einer Etikette im Herbarium Helveticum d. Polyt. in Zürich) mit stark braunhaarigem Blütenstiel und Kelch

(siehe Fig. 39). Die langen krausen vielzelligen Haare bedecken den Blütenstiel und die abnorm vergrößerten Kelchzipfel mit einem dichten braunen Überzug. Ob diese merkwürdige Form eine Spielart oder eine pathologische Veränderung darstellt, hervorgebracht durch Milben, bleibt noch weiter zu untersuchen. Ich konnte keine Schmarotzer finden.

Fig. 39.

Rhododendron hirsutum L., var. *lasiopus* Brügger.
Vom Fuß der großen Mythe bei Schwyz (leg. Br.).

Die Blütenstiele und die bedeutend vergrößerten Kelchzipfel sind mit rostbraunen, krausen, vielzelligen, langen, bandförmigen Haaren dicht besetzt. Die Blätter und die Krone sind davon frei. Die langen Haare des Blattrandes sind zylindrisch und steif, und von diesen abnormen Spreuhaaren ganz verschieden.

(Nach getrocknetem Material gez. v. L. S.)

Volksnamen. Der Name Alpenrose ist uralt: schon in der ersten und ältesten Lokalflora der Schweiz, der „Descriptio montis fracti“, d. h. Beschreibung des Pilatus aus dem Jahr 1555 von Conrad Gessner, findet er sich. Etwas später berichtet der Berner Pfarrer Benedict Marti („Aretius“ hieß er mit seinem Gelehrtennamen, und Haller hat später nach ihm die *Aretia* benannt!) von der *„Bergrose“*, dem *„Bärebluest“* oder *„Hühnerbluest“* (in dem Werkchen:

„Stockhorni et Nessi in Bernatum Helvetiorum ditione montium et nascentium in eis stirpium descriptio“ 1561).

Die heutigen Volksnamen können wir etwa folgendermaßen gruppieren:

1. Deutsche: a) Die Alpenrose wird mit Lieblingsblumen verglichen.

Mit der Rose: *Bergrose* (Berner Oberland).

Mit der Nelke: *Harznägeli, Chlebnägeli,* wegen des klebrigen Balsams (Appenzell), *Alpnägeli* (Werdenberg, Sargans), *Bergnägeli* (Obertoggenburg), *Trosnägeli,* weil häufig zwischen den Trosle, d. h. Alpenerlen wachsend (Schliers), *Druesnägeli* (Iberg), *Ruess-erle-Nägeli* (Muotatal).

b) Die Alpenrose als Schlupfwinkel für Auerhähne, Birkhühner, Schneehühner und Steinhühner heißt:

Hühnerstaude (Entlibuch), *Hühnerbluest* (Davos), *Hühneren* (St. Antönien), *Hühnerdrosli* (Glarus).

c) Die Alpenrosen als Heidegewächs heißen:

Heiti (Weißtannen), *Hadstude* (? Innerrhoden), *Roßheiter* (Oberterzen), *Roßheide* (Murg).

Unbekannten Ursprungs ist der Glarner Name *„Rafausle“* oder *„Trafausle“*, mit dem aber nur *Rhododendron hirsutum* bezeichnet wird; als Alpenrose läßt der Glarner nur die rostige gelten.

„D'Rafausle, D'Rafausle, die wachsed uf der Alp,
Und wann de Schnee zergangen isch, so fahret d'Buebe z'Alp,“

singt der Glarner Senn.

2. Italienische: *Giup* (im Tessin), davon abgeleitet: *Juppe, Jüüpi* (Uri), *Jippeni* (Belalp), *Juppe* (Goms), *Gippe* (Selkingen); ferner: *slasérna* (Bergell Obporta), *šcusérla* (Soglio, Bergell).

3. Romanische: *Chrestas chied, chrestas cott* (Heinzenberg), *crestas tgiett giupp* (Bündner Oberland), *fluors d'alp, rözas d'alp* (Unterengadin), *grusaida* (Oberengadin).

4. Französische: *Arzaley, Rosalay, Orzalai, Antenet* (Waadt), *Reselin* (Eifisch).

In Österreich und Bayern heißt sie *Almenrausch, Albenrausch, Alprausch, Alpentusch.*

Vorkommen. Die Höhengrenzen für beide Arten sind sehr ähnlich.

Rhododendron ferrugineum:

Säntisgebiet und St. Galler Alpen	1500[1]—2100 m (*hirs.* bis 2200 m)
Wallis	1200—2700 m
Bergell	bis 2230 m
Bayrische Alpen (Sendtner)	1690—2033 m
Salzkammergut (Sauter)	1299—1949 m

[1]) Am Nordhang des Curfirsten schon bei 1200 m größere Bestände bildend.

Rhododendron hirsutum:

Bayrische Alpen (Sendtner) . . .	1397—2437 m
Salzkammergut (Sauter)	1299—1949 m

Beide Arten nach Decandolle bis 2500 m
„ „ „ Martins „ 2120 m
„ „ „ Schlagintweit „ 2450 m (Dauphiné)

Beide Arten beginnen also gleich oberhalb des Laubwaldes und gehen weit über die Baumgrenze hinaus. Die früher schon gestreifte Frage, ob die Alpenrosen ursprünglich nur Unterholz im Koniferenwald waren, und ihre jetzige Grenze normalen Gedeihens mit der früheren Waldgrenze zusammenfällt (Eblin), bedarf noch weiterer Prüfung.

Zweifellos ist, daß die beiden Arten, besonders allerdings die rostrote im Schutz des Koniferenwalds ein treffliches Gedeihen zeigen und vielerorts weit tiefer gehen, ein Verhalten, das mit anderen Anzeichen zusammen sie als Kinder eines wärmeren Himmels kennzeichnet.

„Wo sie aber aus dem Schatten des Alpenwaldes hervorleuchten: flammender Purpur aus ambrosischer Nacht, da bieten sie wohl das Schönste, was irgend eine Zone an Farbenwirkung und Pracht des Kontrastes je hervorgebracht!“ sagt Christ mit Recht.

Man durchwandere im Juli den herrlichen Arvenwald am Wege von Riffelalp nach Findelen, und man wird staunen über die Pracht. Auch der Lärche gesellt sich die Alpenrose gern, so im lichten Lärchenwald zwischen St. Luc im Eifischtal und Chandolin, wo das schwanke zartgrüne Lärchengezweige mit dem schweren dunkeln Laub der rostroten Alpenrose einen eigenartigen Kontrast bildet. Im Capettawald des Avers, im Arvenwald bei Arolla im Eringertal drängen sich die wuchernden Sträucher um die alternden Stämme der letzten Arvenvorposten, als wollten sie mit ihren Blühen das Grab dieser Veteranen schmücken (siehe Fig. 40).

Tiefere Standorte: Vielfach dringen unsere beiden Sträucher weit in die Laubwaldregion, ja selbst in die Weinzone hinaus.

Am häufigsten im Tessin, wo sie in der Buchenzone, in den Birkenbeständen und selbst in den Kastanienselven nicht selten sind. So am „Muscendring“, dem kleinen Monte Cenere, wo massenhaft üppige mannshohe Sträucher mit wahren Lorbeerblättern (siehe Fig. 36, 8), sich im Schatten uralter Kastanien gefallen, bis 230 m herab, anfang Mai blühend; südlich davon, bei Vira und bei Gerra schmücken die Alpenrosen bei 210 und 205 m das Ufer des Langensees; nördlich von Brissago finden sie sich bei 570 m; bei Locarno in der berühmten Schlucht bei der Madonna del Sasso bei 355 m; bei Orselina (450 m), bei Brione (440 m) blüht sie ebenfalls im Mai, bei Linescio im Val Campo geht sie bis 600 m herab. „Von Vogorno und Corippo bei 500 m im Valle Verzasca bringe

ich das ganze Jahr blühende Alpenrosen heim; den letzten Strauß habe ich am 16. Dezember (1903, besonders milder Winter!) gepflückt. Den

Fig. 40.

Alpenrosen als Unterholz im Arvenwald.
Partie aus dem Capetta-Wald im Avers (Kt. Graubünden) bei ca. 2000 m ü. M.
Nach einer Aufnahme von H. Stephani, stud. chem.

ersten hole ich zur Examenzeit, Ende April oder Anfang Mai“ (Prof. MARIANI Locarno, brieflich). Im feuchten milden Klima Insubriens fühlt sich die Alpenrose wie manche andere Kinder der Höhe auch in der Ebene zu Hause. Und neben ihr wächst, ein eigenartiges Vegetationsbild, die Agave des heissen mexikanischen Hochlandes in nahezu wilder Üppigkeit. Beide sind eben Kinder der Sonne!

Am Arbostoro, dem vom Monte San Salvatore nach Norden sich erstreckenden Höhenzug, blüht *Rhododendron ferrugineum* in üppigen und zahlreichen Büschen im Buchenwald des Nordhangs bis November und Dezember, bis 295 m herab.

Bei Lugano finden sich ganz in der Ebene einige Sträucher, die jedes Jahr zweimal blühen.

In Bergell wächst die Alpenrose mit Kastanien und Nussbäumen zusammen bei Bondo 920 m. Bei Bozen steigt sie an der Schattenseite des Ritten bis 632,2 m herab.

Auch im Wallis steigt *Rh. ferrugineum* weit herab; St. Gingolph 700 m, bei Chippis 550 m. In Bünden stellt sie sich in feuchten Alpentälern schon bei 1000 m ein; so in der Rofna ob Andeer bei 1088 m. Auch im Gotthardgebiet beginnt sie schon im Eingang des Meyentals bei 900 m, ob Goeschenen bei 1100 m.

In der Nordschweiz sind zahlreiche Vorpostenstellen der Alpenrose bekannt, namentlich an feuchten Ufern der Seen: Am Walensee blüht sie bei Quinten unter Nußbäumen bei 430 m, neben dem Rebgelände; in Murg unter zahmen Kastanien; am Vierwaldstättersee im Rotzloch, Hergiswyl, am Fuß des Bürgenstocks; am Thunersee bei 564 m.

Auch in Alpentälern der Nordschweiz steigt sie weit herab: *ferrugineum* im Taminatal bis unter Bad Pfäfers 680 m, im Wald zwischen Kobel und Reiden bei Berneck 600 m, ob St. Margrethen 500 m, Wattbachtobel bei St. Gallen 800 m; *hirsutum*: Walzenhausen 550 m, St. Margrethen 500 m, Tannwälder bei St. Gallen 800 m; in Oberbayern am Obersee 622 m, am Kochelsee 594,8 m, am Königssee 590 m, in der bayr. Hochebene um Wasserburg 415,8 m, im Salzburg 422 m, unterhalb Innsbruck.

Durch den Anteil, den *Rhododendron* an der Hochmoorvegetation nimmt, bildet es ein Bindeglied derselben mit den Alpen. Denn die Hochmoore, jene aus schwellenden Torfmoospolstern aufgebaute Vegetation, sind ein Glied unserer Waldzone und bleiben in typischer Ausbildung weit hinter der Waldgrenze zurück. Solche Hochmoore mit Alpenrosen finden sich auf den Schwendibergen in Unterwalden, auf dem Bründelensumpf am Pilatus 1400 m und auf dem Hochmoore Siebenbrunnen auf der Schwägalp am Sentis bei 1278 m.

Auch auf die ausgedehnten Hochmoore der bayrischen Hochebene

steigt die rostrote Alpenrose herab: im Rothenbuch bis 779,6 m, um Ammergau bis 844 m, um Kempten bis 747 m, nach Sendtner.

Die meisten der vorgeschobenen Posten liegen im Schutz des Waldes oder im Bereich lokal feuchter Klimadepressionen durch Lawinenreste, oder im Schutz der Nebelschicht unserer Seen, kurz an spätfrostsicheren Orten. Auch im feuchten maritimen Klima in Holland, Belgien und England gedeihen die Alpenrosen vortrefflich in Kultur; die Sträucher unserer Gärten stammen meistens von dort, sind ans Ebenenklima gewöhnte Sämlinge. Das zeigt uns, daß die Alpenrosen zu ihrem normalen Gedeihen kein ausgesprochen alpines Klima verlangen; ihr Fehlen im Alpenvorland beruht also eher auf der Konkurrenz mit der Ebenenflora und dem Fehlen geeigneter Standorte.

Die Deutung dieser vorgeschobenen Posten hat mit folgenden Möglichkeiten zu rechnen:

A. Sie sind vom jetzigen alpinen Hauptareal aus besiedelt worden, also zentrifugaler Natur; dann kommt als weitere Möglichkeit in Betracht:

1. Sie sind unter dem jetzigen Zustand der Dinge besetzte Vorposten einer „unteren Kampfzone“, auf welcher die Alpenrosen in ihrem Ausdehnungsbestreben nach unten mit der Ebenenflora und mit dem gefährlichsten Gegner, der Kultur, um die Standorte streitet (analog der Kampfzone an der oberen Grenze!)

2. Sie sind unter der Herrschaft eines günstigeren, hier also kälteren Klimas vom Hauptareal aus besetzt worden und haben sich nur durch die Gunst des Standortes gegen die Konkurrenz halten können: dann sind es echte „Glacialrelikte“.

B. Die vorgeschobenen Posten liegen auf dem Einwanderungswege der Alpenrosen in ihr jetziges Areal, sind also zentripetaler Natur: sie liegen gleichsam in einem früheren Hauptareal, sind Stücke, Reste des früheren Hauptareals. Auch hier liegen je nach der Einwanderungszeit zwei Möglichkeiten vor.

3. Die Einwanderung fand unter der Herrschaft eines kälteren Klimas statt; die Zerstückelung des ehemaligen Hauptareals in disjunkte Standorte ist Folge der Konkurrenz klimatisch begünstigter Arten (Glacialrelikte“).

4. Die Einwanderung fand unter den jetzt herrschenden Bedingungen statt, also etwa gleichzeitig mit dem Laubwald; die Isolierung der restierenden Standorte ist nicht Folge des Klimas, sondern der fortschreitenden Kultur und daheriger Reduktion der Standorte (Restflora).

Wir können die 4 Fälle kurz auch so bezeichnen:

1. Vorposten	Expansionsstandorte	Centrifugale Verbreitung (Vorposten)
2. Glacialreliktvorposten	Reliktstandorte	
3. Glacialreliktnachzügler		Centripetale Verbreitung (Wanderreste)
4. Restflora	Reststandorte	

Zur Entscheidung hierüber besitzen wir folgende Mittel;

a) Den Nachweis des Einwanderungsweges: sind die Alpenrosen über das Vorland weg in die Alpen eingewandert, so kann Fall 3 oder 4 vorliegen (muß es aber nicht). Sind die Alpenrosen aber etwa von Osten oder Westen längs der Alpenkette eingewandert, oder von Süden her gekommen, so ist nur Fall 1 oder 2 möglich (für das nördliche Vorland).

Wir besitzen kein Mittel, diese Frage zu entscheiden: fossile Reste der Alpenrosen sind nicht bekannt. Die Sache bleibt also durchaus hypothetisch.

b) Die Natur der Standorte und die Existenz von Zwischenposten.

Hier können wir sofort eine große Anzahl von Standorten als mit großer Wahrscheinlichkeit zum heutigen Areal als Ausläufer gehörend absondern; die nämlich, welche durch geringe Entfernung und zahlreiche Zwischenstationen, durch Wasserläufe oder Waldschluchten noch heute in klarem biologischen Zusammenhang mit dem alpinen Hauptareal stehen. Hierher alle tessinischen Vorposten, ferner diejenigen von unseren voralpinen Seen, im Taminatal, in den St. Gallischen und Appenzeller Voralpen, im Zürcher Oberland.[1])

Weit entfernt vom Hauptareal, ca. 30—40 Kilometer, ohne Zwischenstationen, liegen dagegen die Kolonien der Alpenrosen im Walde bei Schneisingen im Kanton Aargau und zwischen Neukirch und Buhwil im thurgauischen Bezirk Bischofszell. Am ersteren Ort, 1 $^1/_2$ Stunde nordöstlich von Baden, findet sich 500 m über Meer, auf der Höhe des Rüterenwaldes ein großes Buschwerk von Alpenrosen im jungen Mischwald. Die Schneisinger haben sich, auf Veranlassung von Professor Mühlberg (Aarau), vertraglich verpflichtet, das Gebüsch zu erhalten und zu diesem Zweck einen Zaun darum angelegt.

Diese Standorte sind mit größter Wahrscheinlichkeit als Glacialrelikte anzusprechen; ob aus der Zeit des Vorstoßes der Alpenflora oder aus der Zeit der Rückeinwanderung, ist schwer zu sagen. Doch ist letzteres wahrscheinlicher, da die letzte Vergletscherung gerade ungefähr bis Schneisingen reichte und die Alpenrosen, nach ihrem heutigen Vorkommen zu urteilen, kaum dicht am Gletscherrande wachsen.

Unterschiede im Vorkommen der beiden Arten. Früher galt der Satz: *ferrugineum* ist Kieselpflanze, meidet den Kalk, *hirsutum* ist Kalkpflanze; die beiden Arten vicarisieren miteinander, sind bodenstet.

Das tatsächliche Vorkommen deckt sich nicht ganz damit. Wir können in bezug auf die Standorte der beiden Arten folgendes sagen:

---

[1]) Diese letzten werden von Hegi als Glacialrelikte betrachtet; aber schon Wartmann und Schlatter weisen auf den Zusammenhang mit dem Hauptareal hin.

Die rostrote Art liebt feuchten, humosen, tiefgründigen Boden und schattige Nordlagen; sie bewohnt allein die Hochmoore der Voralpen und besiedelt die Humus- und Moospolster im schattigen Alpenwald, mischt sich der Alpenheide, dem Alpenerlenbestand und den Legföhrengebüschen bei, sie umwuchert die „lecideagelben“[1]) Urgebirgsblöcke, sie überzieht in zusammenhängenden Gebüschen feuchte Weiden auf Flysch, Bündnerschiefer und Urgebirge, aber wächst auch auf Kalk (so am Fuß der Sulzfluh, am Ofenpaß, Sesvennatal usw.), wenn eine Humusdecke ihn überzieht.

Die behaarte Alpenrose dagegen ist Felsenpflanze des Kalkes, zieht sonnigere, offene, trockene Standorte vor, ist überhaupt viel wählerischer, seltener und zerstreuter als die andere. In weiten Urgebirgsgebieten fehlt sie und tritt nur auf den spärlichen Kalkadern auf: so im Oberengadin am Eingang von Val Fex, im Ferreratal ob der Silberschmiden, im Avers ob Canicül. Im Wallis fehlt sie vielleicht völlig auf der penninischen Kette der linken Talseite: Eifisch-, Ering-, Vispertäler besitzen sie nicht; in Tessin ist sie auf die Kalkvoralpen beschränkt und auf die wenigen Urgebirgskalkadern, welche das Gneissgebiet durchziehen.

Gemischt finden wir beide häufig auf kalkhaltigem Boden: so nach Wartmann und Schlatter in den Nagelfluhvoralpen von St. Gallen und Appenzell, in den Kalkalpen des Appenzellergebietes, der Curfirsten und des Alviergebietes, oft in demselben Karrenfeld; *hirsutum* auf dem Felsen, *ferrugineum* im Humusboden. Ferner auf dem Bündnerschiefer der Fürstenalp, auf dem Kalkgeröll am Fuß der Rhaetikonberge (Sulzfluh, Scheyenfluh).

So ists in den Schweizeralpen: blicken wir weiter, so finden wir im Jura nur *ferrugineum*, dort auch den Kalkfelsen besiedelnd: das hat nach Christ einen historischen Grund: der Jura hat seine Vegetation aus den Westalpen bezogen und diesen fehlt Rh. *hirsutum!* Die Alpenrose der Karpathen, Rh. *ferrugineum* var. *myrtifolium* wächst dort nach Pax auf Kalk, Silikatgesteinen und Trachyt gleich freudig.

Alles spricht also dafür, daß die rostrote Form die indifferentere und weniger wählerische ist, die namentlich dort, wo sie allein vorkommt, auf allen Substraten sich ansiedelt. Wo dagegen in Kalkgebieten die behaarte Art vorkommt, schlägt sie auf dem Kalkfelsen die andere aus dem Felde. Der umgekehrte Fall, daß hirsutum auf weite Strecken allein vorkommt, findet sich nicht realisiert. In diesem Sinne möchte ich die Nägelische Theorie von dem entscheidenden Einfluß der Konkurrenz modifizieren.

---

[1]) *Lecidea geographica*, die Landkartenflechte, ist mit ihrer gelb gefärbten Kruste eine der konstantesten Bewohnerinnen des kalkarmen Urgebirgs.

Wirtschaftliche Bedeutung der Alpenrosen. Die Alpenrose, die viel besungene, viel begehrte Königin des Alpenflors, die das Entzücken des Bergwanderers bildet, sie ist — alpwirtschaftlich gesprochen! horribile dictu! — ein Unkraut und zwar ein schlimmes, das ausgedehnte Weidestrecken total ruinieren kann. Sie wird vom Hornvieh mit Recht verschmäht, denn sie ist giftig! „Die toxische Substanz dieser Pflanze, das Andromedo-Toxin, besitzt einen hervorragend scharfen, z. T. auch narkotischen Charakter, und ihre Blätter haben auf den Alpen schon mancher weidenden Ziege den Tod gebracht.“ (DAMANN, Gesundheitspflege d. Haustiere.) Ziegen und Schafe fressen hin und wieder die jungen Triebe ab.

Sie überzieht auf stundenweite Strecken oft in dichtem Schluß die Weide, sie raubt besseren Kräutern den Platz, sie verschlechtert den Boden, macht ihn zu einem sauern Weidehumus, auf dem nachher nichts wächst, und sie ist schwer zu vertilgen. Sie kann nach STEBLER durch Düngung, Bewässerung, Abbrennen, Abschneiden, Ausreißen, am wirksamsten durch Ausreuten, Umgraben des Bodens, Mischen desselben mit der mineralreicheren Unterlage, Düngung und Ansäen eines guten Weiderasens bekämpft werden.

Es werden in der Tat in unseren Alpen oft große Strecken auf diese Weise „gereutet“. In St. Antönien wurden 1891 elf Hektar von Alpenrosen gesäubert: es war noch 1893 auf dem schwarzen Humusboden gar nichts gewachsen. Es wurde dann umgegraben, gedüngt und angesät und zwar mit dem besten Erfolg.

Der poetische Reiz des Gebirges wird durch die Alpenrose mächtig gehoben. Sie ist eine vornehme edle Erscheinung in unserer Alpenflora, die die Kraft eines Gebirgskindes mit der feurigen Glut des Südens vereinigt, ein Miniatur-Oleander. Alpenrosenblüten schmücken zu allen Jahreszeiten als Sinnbild seiner Gebirgsheimat den Hut des Schweizers. Ende April schon und Anfang Mai blühen sie an den tessinischen Seen, dann am Vierwaldstättersee; Mitte bis Ende Juni beginnt die eigentliche Zone zu glühen und so geht es fort, bis Mitte August die obersten Sträuße verblüht sind. Am 10. August fand ich sie bei 1890 m am Partnunsee noch blühend, am 11. August bei 2600 m wurde sie am Otemma im Wallis noch blühend von JACCARD gepflückt! Ja im milden tenissischen Winter kann man sie noch im Dezember in voller Blüte bewundern.

Dem Sennen ist sie nicht allein ein verhaßter Feind, nein, auch freundlich erweist sie sich ihm, wenn er aus ihrem Gezweig sein primitives Lager bereitet und sein Feuer damit unterhält.

Allgemeine Verbreitung der beiden Arten. Die rostrote Art ist die weiter verbreitete: sie begleitet den ganzen Alpenbogen von Nizza bis Wien, hat die Pyrenäen und Karpathen besiedelt, letztere in

der kleinblättrigen Form (*myrtifolium* Schott), ferner den Jura und den Apennin. Die behaarte hat ihr Massenzentrum in der Schweiz; streicht von dort über Tyrol und Salzburg bis zur Raxalp und dem Schneeberg. In den Karpathen fehlt sie, tritt dagegen in Galizien in einer kahlen Form auf (var. *glabratum* Ascherson und Kuhn, an der hohen Tatra im Knieholz am Giewont, nur in wenigen Resten, aber wohl spontan). „Sie zieht die Zone der äußeren Ketten vor und tritt nur sparsam in der Zentralkette auf, weil gerade die Voralpen aus dem warmen Kalk bestehen, der ihr zusagt. — Auch den südlichen Voralpen im insubrischen Gebiet und Südtirol fehlt sie nicht“ (Christ).

Herkunft und Geschichte der Alpenrosen überhaupt. Das ganze Geschlecht der Alpenrosen, inbegriffen die *Azaleen*, die auf das engste mit ihnen verwandt sind, umfaßt 186 Arten, welche auf allen Kontinenten außer Afrika und Südamerika zu Hause sind und zwar mit wenigen Ausnahmen auf der nördlichen Hemisphäre. Nur auf den Sundainseln, Neu-Guinea und Australien überschreiten sie den Äquator. Nur in der arktischen Zone erreichen sie die Meeresküste, sonst sind sie überall Bergpflanzen, allerdings vorwiegend in der Waldregion der Gebirge.

Es kommen vor:

Im östlichen arktischen Gebiet	6	Arten	
„ westlichen „ „	4	„	
Europa	5[1]	„	
Kaukasus	5	„	
Vorderasien	4	„	
Westlicher Himalaya	5	„	
Östlicher Himalaya	37	„	
Südliches China	52	„	
Südwestchina nach Diels	34	„	
Ganz China	56	„	
Nördliches China	10	„	
Japan	22	„	
Sibirien	7	„	
Pazifisches Nordamerika	7	„	
Atlantisches Nordamerika	17	„	
Australien	1	„	
Neu Guinea	3	„	(neuerdings wurden
Malayisches Gebiet	34	„	dort prächtige Arten entdeckt)

Der Schwerpunkt der heutigen Entwicklung des ganzen Geschlechts liegt aber zweifellos im Himalaya und in Südchina. Dort erreicht es

[1]) *Rh. ferr.*, *hirsut.*, *lapponicum*, *flavum*, (*Azalea*) und *ponticum*, letztere beiden am schwarzen Meer, *ponticum* außerdem in Spanien, und in interglacialen Ablagerungen fossil bei Innsbruck, am Iseosee und bei Lugano.

auch an Kraft und Üppigkeit des Wuchses und an Pracht der Blüten sein Maximum.

Hooker schildert uns in beredten Worten in seinen „Himalayan Journals“ (1855) die Wunder der Rhododendron-Wälder des Himalaya. In Sikkim allein finden wir 11 Arten, die größte Zahl auf so kleinem Gebiet. Auf dem Tonglo, an der Grenze von Nepal war bei 2100 m, wo die dichten Wälder mit Farnkräutern, kletternden Arongewächsen, Pfeffersträuchern und Feigenbäumen noch einen ganz subtropischen Charakter haben, der Boden bedeckt mit den großen lilienähnlichen Blüten der *Rhod. Dalhousiae.* Die Pflanze wächst auf den Ästen enormer Eichen. Höher oben erscheinen zwischen Taxusbüschen die Bäume von *Rhododendron argenteum* und *Campbelliae.* Das letztere war eben in Blüte; es bildete gigantische Blütenbüsche von scharlachroter Farbe und riesigen Dimensionen: bis 36 m Umfang und 15—16 m Höhe! *Rhododendron Falconeri* bildete 10 m hohe Bäume mit großen Massen unterseits braungolden gefärbten Blättern. Am häufigsten ist *Rh. arboreum*[1]).

Daneben kommen auch kleinere Arten vor, aus der Verwandtschaft unserer Arten, namentlich *Rh. pumilum.* Eine ähnliche Form, *Rh. retusum*, fand ich blühend auf der Spitze des Vulkans Pangerango in Java bei 3020 m, zwischen hohen Heidelbeerbäumen und einem weißwolligen Strauche aus der Verwandschaft unseres Edelweißes.

Christ zieht aus dieser Massenentfaltung des Geschlechts den Schluß, daß dasselbe „ein entschiedenens Waldbaum- oder Waldstrauchgeschlecht der südlichen Gebirge Asiens sei, das nur in einzelnen reduzierten Grenzformen ausnahmsweise in die Alpenhöhen über den Wald und den hohen Norden dringt.“

Breitfeld (Englers, bot. Jahrb. IX, 1888) kommt auf Grund einer eingehenden Studie des Genus zu einem anderen Resultat. Er hält das Massenzentrum im südlichen Asien für ein sekundäres; er weist darauf hin, daß in mehreren Gruppen verwandte Arten je in Europa, Asien und Nordamerika auftreten, und zieht daraus den Schluß, das Genus müsse in der geologischen Vorzeit vom hohen Norden ausgegangen sein, sich strahlenförmig nach Süden verbreitet haben, wie es Oswald Heer in analoger Weise für einen großen Teil unserer Flora nachgewiesen hat.

Dann wären die Alpenrosen ein altes Geschlecht aus der warmen Tertiärperiode; damit stimmt die scharfe Trennung der Arten und die weitgehende Zerstückelung mancher Areale.

---

[1]) Ein Prachtexemplar dieser Art, daß sich jeden Frühling mit seinen riesigen roten Blütensträußen bedeckt, findet sich im Park der Isola madre im Langensee.

Für die spezielle Geschichte unserer zwei Arten sind wir nur auf Vermutungen angewiesen, da fossile Reste fehlen.

Schon zur Tertiärzeit mögen sie auf unseren Alpen existiert haben, als Abkömmlinge einer uralten zirkumpolaren Stammform, einer Verwandten derjenigen, die im Himalaya zu so überraschend reicher Entfaltung gelangt ist. Zur Zeit, als bei Lausanne Palmwälder standen, als am Bodensee Kampferbäume grünten, da mögen auf den lichten Höhen der jungen Alpen schon die Alpenrosen im Strahl der untergehenden Sonne geglüht haben. Und vielleicht ist die Frostempfindlichkeit unserer in ihrer ganzen Erscheinung südlich angehauchten Sträucher noch eine Reminiszenz an die warme Tertiärzeit.

Als aber dann die eisigen Zungen der anwachsenden Gletscher tiefer und tiefer leckten, da mögen mit anderen Genossen auch die Alpenrosen sich geflüchtet haben, am ehesten vielleicht nach Süden. Die warme letzte Zwischenperiode der Eiszeit dürfte sie wieder auf den Alpen gesehen haben: war ja damals das stattliche *Rhododendron ponticum* bis 1150 m, bis Innsbruck vorgedrungen! Ein letztes Mal wichen sie dem Gletscher, doch weniger weit, und beim endgültigen Rückzug des Eises wanderten sie definitiv in die Alpen ein.

Doch das sind Hypothesen, die erst ihrer Bestätigung durch Fossilfunde harren. Aber wer wollte es uns verargen, wenn wir den Schleier zu lüften versuchen, der über der Geschichte einer so reizvollen Erscheinung schwebt?

§§ 2. Das Zwergrösel.

Rhodothamnus Chamaecistus (L.) Rchb.
(= *Rhododendron Chamaecistus* L.)

Obwohl meist zu den „Alpenrosen“ gerechnet, gehört das Zwergrösel nach Verwandtschaft und Herkunft einer ganz andern Sippe an.[1]) Die Blüte ist vollkommen strahlig gebaut, bei den echten Alpenrosen dagegen schwach hälftig, nur einmal halbierbar (s. Fig. 32, S. 104); der Same ist rundlich, dick und ungeflügelt (bei *Rhododendron* flach und geflügelt), Drüsenschuppen fehlen völlig.

Das Zwergrösel (Fig. 41) ist ein niedriges Sträuchlein; das Stämmchen, höchstens bleistiftdick, schmiegt sich dem Boden an; die stricknadeldünnen, von Blattnarben rauhen und drüsig behaarten Zweiglein streben nach oben. Die Blättchen (Fig. 42, D. u. E.) sind klein, 8—12 mm lang und 2—5 mm breit, schmal elliptisch, lederartig, immergrün, mit Knorpelrand, von welchem zahlreiche steife Borsten mit oder ohne Drüsenköpfchen

---

[1]) Drude in der neuesten Bearbeitung der *Ericaceen* in Engler und Prantl „Natürliche Pflanzenfamilien“ stellt sie zu der Tribus der „*Phyllodoceen*“, *Rhododendron* zu den *Rhododendreen*.

ausgehen. Die Oberseite ist dunkler grün und trägt vereinzelte lange Borsten, die hellere Unterseite ist meist kahl. Die Anpassung an

Fig. 41.
Das Zwergrösel.
(*Rhodothamnus chamaecistus* (L.) Rchb.)
(nat. Größe.)

Orig. Phot. nach einem getrockneten Exemplar von der Axalpe, Österreich.

Trockenheit ist durch den derben Bau der beidseitigen Cuticula gegeben (s. Fig. 42). Ob das Drüsensekret eine ähnliche Rolle spielt wie bei den Alpenrosen, ist unbekannt.

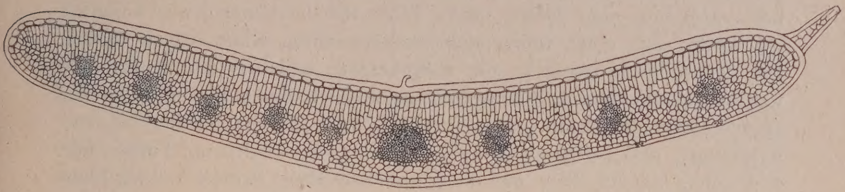


Fig. 42.
Querschnitt durch das Blatt von *Rhodothamnus chamaecistus* (L.) Rchb. ($^{30}/_{1}$).
Auf beiden Seiten des Blattes ist eine stark entwickelte Cuticula vorhanden; die Oberhaut ist einschichtig, Drüsenschuppen fehlen vollständig; sie werden aber als xerophytische Anpassung ersetzt durch die dicke Cuticula der unteren Epidermis.
(Orig. v. E. Stauffer.)

Die stattlichen Blüten (Fig. 41) erscheinen zu 1—3 am Ende der Triebe auf stark drüsigen langen Stielen, deren klebriger Überzug ankriechenden Honigdieben wehrt. Die vielschuppige kräftige Endknospe der Alpenrose ist hier ersetzt durch ein kleines kegelförmiges Knöspchen, von zwei braunen Schuppen eingehüllt und stets nur eine endständige Blüte bergend, an deren Grunde die zwei ledrigen Schuppen stehen bleiben. Wo 2 oder 3 Blüten am Ende des Triebes erscheinen, entspringt jede aus einer besondern Knospe; eine aus der Hauptknospe, die andern aus Seitenknospen. Die Erneuerung des Triebes wird durch Blattknospen bedingt, von denen eine aus der Achsel einer Knospenschuppe am Grunde der Endblüte entspringt, mehrere andere sitzen gehäuft daneben: so entsteht eine stockwerkartige Häufung der Äste (Fig. 41).

Die Blüten haben einen beinahe bis unten geteilten Kelch mit langen, spitzen, reich drüsenborstigen Zipfeln, eine beckenförmig weit offene bläulich-rosenrote Krone von 2—2,5 cm Durchmesser, 10 weit ausgebreitete weißliche Staubgefäße, deren schwarzbraune Antheren mit Gipfelporen sich öffnen und deren Filamentbasen durch starke abstehende Behaarung einen wirksamen Honigschutz bilden. Der oberständige fünffächrige behaarte Fruchtknoten ist am Grunde wie bei Rhododendron von fünf Honigdrüsen begleitet.

Die von Kerner[1]) untersuchten Bestäubungsverhältnisse sind wesentlich andere als bei den Alpenrosen. Während dort innerhalb einer Blüte erst die Staubgefäße und erst nachher die Narbe sich

[1]) Pflanzenleben, Bd. II. S. 226.

entwickelt („Protandrie“ oder „Vormännigkeit“), haben wir hier das seltenere „protogyne“ oder „vorweibige“ Verhalten: schon aus halbgeöffneten Blüten ragt die fertig entwickelte Narbe weit heraus, während die Staubgefäße noch im Knospenzustand sich befinden. Es kann also hier eine solche junge Blüte durch honigholende Insekten mit Pollen aus einer weiter entwickelten andern Blüte belegt werden. Bei der vollen Anthese ist der Blütenbecher aufrecht, die Staubgefäße weit ausgebreitet und die Narbe überragt sie, so daß eine Selbstbestäubung ausgeschlossen erscheint. Das Insekt benützt die Staubgefäße als Anflugstangen und belegt sich dabei auf seiner Unterseite mit Pollen, den es in einer andern Blüte auf die Narbe deponiert. Zuletzt freilich kann wie bei *Rhododendron* Selbstbestäubung eintreten, indem durch Neigung der Blüte die Narbe in die Fallrichtung des Pollens einer darüber liegenden Anthere gebracht wird.

Die Frucht (Fig. 43, A) ist auf steif aufrechtem langem Stiel bereit, bei jeder Abbiegung durch Wind oder vorbeistreifende Tiere elastisch zurückzuschnellen und den winzigen Samen auszuwerfen („Ballistische Vorrichtung“). Sie ist kürzer als der Kelch, und springt mit fünf an der Spitze kurz geteilten Klappen auf, die Scheidewände zerspaltend („septicid“). Die Samen sind nur $^1/_2$ mm lang, rundlich-elliptisch und mit einer netzig grubigen Schale lose umhüllt, äußerst flugfähig Fig. 43, B u. C).

Fig. 43.

Frucht, Same und Blätter des Zwergrösels.
(*Rhodothamnus chamaecistus* (L.) Rchb.)

A. Frucht ($^{2,5}/_1$); links ein stehen gebliebenes Kelchblatt, länger als die Frucht B. Same in nat. Größe. C. Same 8 mal vergrößert. D. und E. Laubblätter in nat. Größe (nach d. Natur v. C. S.).

Wenn auch unsere zierliche Pflanze mit den Alpenrosen an Bedeutung für das Landschaftsbild nicht wetteifern kann, so bildet sie doch einen hervorragenden Bestandteil mancher Formationen der Kalkalpen; besonders die Bestände der wimperhaarigen Alpenrose und die Geröll- und Felsenheiden schmückt sie mit ihren ansehnlichen schüsselförmigen Blüten und wetteifert in einzelnen Tälern der östlichen Südalpen (z. B. im Raccolanertal in den julischen Alpen bei massenhaftem Vorkommen an Farbenpracht mit der bisweilen noch gleichzeitig blühenden *Erica carnea* (A. Engler). Auch in die Formation der Polstersegge (*Carex firma*) webt sie ihren Zwergstrauch ein, neben *Loiseleuria*, *Empetrum* und *Arctostaphylos uva ursi*.

Das Zwergrösel hat seine Hauptverbreitung in der Zone von 1600—2100 m. Es steigt gelegentlich tief herab: so z. B. bis zu 600 m Höhe über Meer am Fuße des Ötschers in Niederösterreich, in der Mausrodel bei Gaming, in der Griesleiter der Raxalpe usw.

Unsere Pflanze ist die einzige Art ihrer Gattung; sie hat keine

nahen Verwandten und bildet gar keine Abarten; das spricht für hohes Alter. Damit steht auch ihre Verbreitung im Einklang, mit der gewaltigen Lücke, die in derselben klafft. Sie hat zwei weit getrennte Areale: eines in den Ostalpen und eines in Ostsibirien. Das ostalpine Areal reicht vom Lech, Wormser Joch und Vintschgau bis zu den Karawanken (noch in Südkroatien v. Beck angegeben, doch zweifelhaft) und ist auf die Kalkalpen beschränkt. Die Pflanze folgt dem ganzen südlichen Kalkalpengürtel bis zum Monte Baldo nach Kerner, bis zu den Bergamaskeralpen nach Pampanini; von dort geht sie auf das Stilfserjoch-Massif über und erscheint wieder bei Imst im Oberinntal und in den nördlichen Kalkalpen des Allgäu (westwärts bis Füssen), in Salzburg, Niederösterreich und Steiermark. Das angebliche Vorkommen in den Karpathen wird von Pax nicht bestätigt, dasjenige in Siebenbürgen ist zweifelhaft.

Das ostsibirische Areal ist nach Christ wahrscheinlich das ursprüngliche. Wir hätten dann in unserer Pflanze einen Teil des nordasiatischen Elementes unserer Alpenflora vor uns.

§§ 3. **Die Alpen-Azalee.**
Loiseleuria procumbens (L.) Desvaux
(= *Azalea procumbens* L.)

Wir schreiten auf sonniger Höhe, auf dem Grate der Hochwangkette bei Chur im schönen Bündnerland, zwischen Montalin und Faulberg (bei ca. 2200 m). Nichts Lohnenderes als diese Gratwanderung! Zu beiden Seiten schweift der Blick über grüne blumenbesäte Hänge, taucht hinab in den Mäander dorfbelebter Täler, haftet an firnglänzenden Hochgipfeln. Der schmale Pfad bietet anregenden Wechsel: bald eine schwindeldrohende Kletterei auf brüchigem Bündnerschiefer, bald ein behagliches Schlendern auf begrüntem sanftem Rücken. Wir wandern weiter auf schwellenden Polstern, die in dichtem Schluß den Grat überziehen. Rötlich schimmern uns zierliche Blütensterne entgegen, auf das dunkle Grün des Strauchrasens in Gruppen zerstreut. Wir werfen uns zur Rast nieder und sehen uns die Pflanze näher an, die diese herrlichen Gratpolster bildet: es ist die Alpen-Azalee,[2]) eine der reizvollsten Erscheinungen unter unsern Alpen-Zwergsträuchern, die wir häufig auf solchen Stellen treffen.

Sie bildet horizontal ausgebreitete „Spaliere". Ein eigentlicher Stamm, eine oberirdische verholzte Achse ist stets vorhanden; sie ist aber dem Boden angeschmiegt und oft von beträchtlichem Alter, aber mit äußerst engen Jahr-

---

[1]) Vergl. Pampanini, Essai sur la Géographie botanique des Alpes et en particulier des Alpes sud-orientalis. Fribourg 1903. p. 79.

[2]) In Obwalden heißt sie „Chrizlibeere", in Österreich „Gamshadach", „Gamssennach".

Fig. 44.

Vergleich von Zuwachsleistungen von Holzpflanzen in den Tropen und auf dem Hochgebirge (Vergrößerung: 4,5 : 1).

Die abgebildete große Holzscheibe stammt von einem 6 jährigen Exemplar der Molukken-Akazie (*Albizzia moluccana* Miquel), vom Verfasser aus dem botan. Garten von Buitenzorg auf Java mitgebracht (mittlere Jahrestemperatur 22° C., Vegetationsdauer das ganze Jahr. Der mittlere jährliche Dickenzuwachs (Jahrringbreite) beträgt 8,33 mm.[1])
Die kleine weiße Scheibe in der Mitte entspricht dem Stammquerschnitt der in Fig. 45 abgebildeten 55 jährigen Alpenazalee (*Loiseleuria procumbens* Desv.), gewachsen beim Albulahospiz bei 2400 m ü. M., bei einer mittleren Jahrestemperatur von ca. 1,5° C. und einer Vegetationsdauer von 2½ Monaten; mittlere Jahrringbreite 0,072 mm, also ca. 100 mal geringer. (Orig. Phot.)

[1]) Eine genaue Beschreibung eines ganz analogen Holzquerschnitts findet sich bei Ursprung, A., Zur Periodicität des Dickenwachstum in den Tropen. — Bot. Zeitg. 1904 Heft X. S. 208. Ursprung findet dunkle Zonen, die mit dem Alter übereinstimmen. Ich kann am obigen Stück das nicht deutlich konstatieren.

ringen. ROSENTHAL[1]) hat an einem ca. 14jährigen 1,5 mm dicken Stämmchen Jahrringe von 0,055 mm Breite beobachtet (ob Innsbruck bei 1900 m gewachsen), an einem ca. 35jährigen, 4,9 mm dicken Stämmchen solche von 0,07 mm Breite. Das in Fig. 45 abgebildete Exemplar hatte einen Stammdurchmesser von 8 mm bei 55 Jahrringen, also eine mittlere Jahrringbreite von 0,072 mm. KIHLMANN erwähnt aus russisch Lappland von Orlow (bei 67° 11′ N.B.) u. a. ein 56jähriges Stämmchen von 7,6 mm Durchmesser, also 0,07 mm mittlere Jahrringbreite, ganz analog unseren Exemplaren. Man denke zum Vergleich etwa an eine gleichaltrige Fichte von 19 m Höhe und 190 mm Durchmesser (wie sie BERG aus Fichtenbeständen von Württemberg beschreibt), und man hat einen drastischen Vergleich der Zuwachsleistungen der Ebene und des Hochgebirges! Oder noch schlagender: man stelle neben unser Azaleaspalier eine nur 17jährige Molukken-Akazie (*Albizzia moluccana*,[2]) Miquel) aus dem botanischen Garten in Buitenzorg in Java mit 44 m Höhe (!) und einem Durchmesser von 1110 mm, also dem 140fachen der Azalea! Freilich sind da die Bedingungen auch grundverschieden: Dort in Java das ganze Jahr hindurch das Optimum an Wärme und Feuchtigkeit, hier, bei 2400 m, eine Vegetationszeit von 2 $^1/_2$ Monaten mit einer mittleren Jahrestemperatur von ca. 1,5° C. (Vergl. auch Fig. 44!)

Das knorrige hin- und hergebogene Stamm- und Astwerk der Azalea ist mit einer kräftig rotbraunen, in Schalen sich ablösenden Rinde bedeckt; alles schmiegt sich dem Boden an, wurzelt aber nicht, so daß der ganze Teppich sich von der Erde abheben läßt. Die Blätter sind gegenständig, stehen also in vier Reihen am Zweige; so bleiben sie an den kurzen aufstrebenden Zweiglein, welche der Oberfläche des Rasens entspringen; an den horizontal liegenden Zweigen aber wenden sie durch Drehung der kurzen Blattstiele ihre glänzend dunkelgrüne Oberseite nach aufwärts, so daß die Blätter dort in eine Ebene gedreht erscheinen, um möglichst viel Licht auffangen zu können. Die kleine elliptische Spreite verbindet den Typus des Lederblattes mit dem des Rollblattes; sie ist derb, dick, immergrün, mit starker Cuticula versehen und birgt die Spaltöffnungen in zwei schützenden Rinnen unter ihren umgerollten Rändern (Fig. 30, 2, S. 101). In diesen Rinnen wird die Luft so festgehalten, daß beim Eintauchen des Blattes in Wasser zwei Silberstreifen auf der Unterseite leuchten, von totaler Reflexion an der festgehaltenen Luftblase herrührend.[3])

[1]) Dr. ROSENTHAL, MARKUS, Über die Ausbildung der Jahrringe an der Grenze des Baumwuchses in den Alpen. — Inauguraldissertation. Berlin 1904.

[2]) Vergl. KOORDERS, S. H. Over de waarde van *Albizzia moluccana* Miquel voor Reboisatie op Java. — Teysmannia V. Batavia 1894.

[3]) KERNER (Pflanzenleben) faßt diese Einrichtung als „Mittel zur Erhaltung des Transpirationsstroms" auf: die Spaltöffnungen sollen auch bei feuchtem Wetter nicht benetzt werden, damit der die Nährsalze aus dem Boden herbeischaffende Transpirationsstrom nicht unterbrochen werde. Demgegenüber macht KIHLMANN (Pflanzenbiologische Studien aus russisch Lappland, Helsingfors 1890, S. 106) mit Recht geltend, daß durch diese Einrichtung doch die Transpiration unter allen Umständen herabgesetzt werden muß, und daß „wenn die Blätter vor Nässe triefen" überhaupt von einer ausgiebigen Verdunstung nicht die Rede sein kann.

Fig. 45.

Ein 55jähriger Zwergstrauch der Alpen-Azalee (*Loiseleuria procumbens* (L.) Desv.) in $^1/_3$ der nat. Größe.

Am Fuß der Cresta mora beim Albulahospiz, 2400 m ü. M. (Orig. Phot. n. getr. Material.)

Die Blüte fällt in die ersten Wochen des Alpenfrühlings. „Die Blume gehört, obwohl sie einzeln genommen auch im ausgebreitetsten Zustand kaum

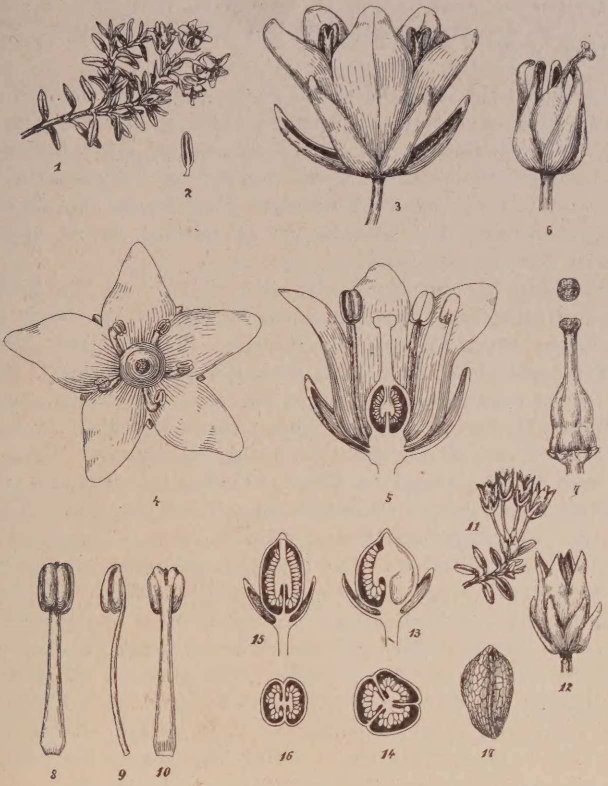


Fig. 46.
Die Alpenazalee (*Loiseleuria procumbens* (L.) Rchb.).

1. Blühender Zweig ($^1/_1$). 2. Blatt von unten, mit dem umgerollten Rand ($^1/_1$). 3. Blüte von der Seite ($^5/_1$). 4. Blüte von oben gesehen ($^5/_1$). 5. Blüte im Längsschnitt; unter dem Fruchtknoten das Drüsenpolster ($^5/_1$). 6. Verwelkende Blüte nach dem Abfallen der Krone ($^5/_1$). 7. Stempel für sich; oben darüber die Narbe, von oben gesehen ($^5/_1$). 8—10. Staubgefäß; die Staubbeutel öffnen sich mit Längsrissen, nicht mit Poren ($^5/_1$). 11. Fruchtstand, mit 4 geöffneten Kapseln ($^1/_1$). 12. Eine aufgesprungene Kapsel ($^5/_1$). 13. Eine dreifächrige Kapsel im Längsschnitt; links das durchschnittene Fach mit den zahlreichen Samen, rechts die Scheidewand ($^5/_1$). 14. Dieselbe im Querschnitt; die Samenleisten („Placenten") ragen weit in die Fächer hinein ($^5/_1$). 15. Zweifächrige Kapsel im Längsschnitt ($^5/_1$). 16. Dieselbe im Querschnitt ($^5/_1$), 17. Same ($^{50}/_1$). (Nr. 4. nach H. Müller, alles übrige Original von E. Stauffer.)

über 6 mm Durchmesser erreicht, zu den augenfälligsten der Hochalpen. Denn viele Tausende von Blüten drängen sich auf dem kahlen Boden so dicht aneinander, daß sie einen ununterbrochenen, oft viele Fuß großen Teppich von

rosa bis carminroter Farbe bilden. Wenn in brennender Junisonne die Hochpässe noch weithin vom Schnee überdeckt liegen und erst einzelne flache Hügelrücken und Felsgehänge als sonnige Inseln inmitten der ausgedehnten Schneefelder hervorragen, dann prangen die ersteren im Rosateppich der Azaleablüten. . . . So fand ich es am 22. Juni 1879 auf dem Flüelapasse" (Müller, Alpenblumen S. 171.

Die Blüten (Fig. 46, 1—5) stehen zu 2—3 am Ende der Triebe; sie sind klein, rosenrot bis carminrot[1]) gefärbt, haben einen kurzen 5 spaltigen Kelch, eine trichterförmig sich öffnende Krone und nur 5 Staubgefäße, deren Antheren sich nicht mit Poren, sondern mit Längsspalten öffnen (Fig. 46, 8—10). Unter dem 2—3 fächerigen Fruchtknoten sitzt ein orangefarbener Drüsenring (Fig. 46, 5, 7), der so reichlich Honig absondert, daß es an Gästen nicht fehlt.

Die Blüte ist „protogyn" oder „vorweibig", d. h. die Narbe ist unmittelbar nach dem Öffnen der Blüte empfängnisfähig, bereit Pollen aufzunehmen, bevor die Antheren derselben Blüte stäuben. Im Val Camonica beobachtete Ricca sogar so starke „Vorweibigkeit", daß die Narbe schon vertrocknet war, bevor die Antheren aufsprangen. Im schwedischen Hochgebirge dagegen fand Eckstam die Blüten „homogam", d. h. Narben und Staubgefäße gleichzeitig entwickelt. Wenn dann später auch die Staubbeutel sich öffnen, so stehen sie weit von der Narbe ab, sind auch tiefer gelegen als dieselbe, so daß wohl Fremdbestäubung die Regel ist. Bei schlechtem Wetter freilich kann in der geschlossen bleibenden Blüte Selbstbestäubung eintreten; und stets ist dieselbe am Ende der Blütezeit möglich, indem dann die Staubfäden sich strecken und die Antheren die Narben berühren, wie Kerner in Österreich und Lindman auf dem Dovrefjeld in Norwegen beobachteten. Warming fand in Grönland, Finmarken und Nordland, daß auch bei voller Anthese die Staubbeutel der Narbe näher stehen als bei den alpinen Exemplaren, so daß vorwiegend spontane Selbstbestäubung erfolgt. — Die Frucht ist nur 2—3 klappig (Fig. 46, 4, 11—16), die Samen sind dick und kantig, aber sehr klein und dadurch flugfähig (Fig. 46, 17).

Die Alpenazalee ist vorzugsweise oberhalb der Baumgrenze verbreitet; vereinzelt steigt sie bis 1350 m herab (am Abhang am Fuß des Seehorns im Diemtigental, Kt. Bern, in einem lichten Bestand der aufrechten *Pinus montana* var. *uncinata*, nach mündlicher Mitteilung von Professor E. Fischer). In Graubünden steigt sie bis 2900 m (Lavirums, Brügger), im Wallis bis 3000 m. In den bayrischen Alpen bewohnt sie die Region von 1690—2370 m. Sie besiedelt mannigfache Standorte. Im

[1]) Selten ist die weißblühende Abart: Schalbet am Simplon, auf der Saffnisalp im Binntal, Wallis (J. Jaccard, Catalogue d. la flore Valaisanne S. 251).

alpinen Fichten-, Lärchen- und Arvenwald tritt sie als Bodenteppich auf; die Nardusformation durchwirkt sie an flachgründigen Stellen mit ihrem Strauchspalier; auf den alpinen Hochmooranflügen mischt sie sich dem tonangebenden Torfmoor (*Sphagnum*) bei, in der alpinen Ericaceenheide, dem trocknen alpinen Äquivalent des Hochmoors, bildet sie den Unterwuchs; auf sanften Nordhängen, gerundeten Rücken und zahmen Gräten bildet sie das Schlußglied einer Formationsfolge, die mit Rasen beginnt und mit einem Azaleenteppich endet. Dort häuft sie oft Generation auf Generation, einen mächtigen „Trockentorf" bildend (nach Kerner bis 45 cm dick), in dessen untersten Schichten sich noch beinahe unverwest ihre derben Blättchen erkennen lassen.

Oder endlich sie tritt als Felsenpflanze auf, überspinnt mit dem Flechtwerk ihres Strauchrasens den nackten Fels, sammelt durch den Wind verfrachteten Staub, den sie mit dem selbsterzeugten Humus mischt, und bildet so zuletzt eine grüne Decke über dem toten Gestein.

Diese Formation der „Alpenazalee" tritt auf Kalk- und Urgebirge auf; es mischen sich ihr häufig die Humus- und Magerkeitszeiger Isländisch Moos (*Cetraria islandica*) und Renntierflechte (*Cladonia rangiferina*) bei, nebst andern Strauchflechten (*Cetraria cucullata*, *Bryopogon ochroleucum, Cladonia uncialis* u. a. A). Es ist eine hochalpine Facies der „Alpenheide", welche bei ca. 1700 m beginnt, bei ca. 2100 m die Rhododendrongebüsche zu ersetzen beginnt, bis 2700 m auf allen Gesteinsunterlagen auftritt und oft ganze Gräte, Halden, Rücken und Gipfel in ihren grünen Teppich hüllt.

Die gewöhnlichen Bestandteile der Azaleenformationen sind neben der tonangebenden Art: *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum* und *vitis idaea*, *Arctostaphylos alpina* und *uva ursi*, die obengenannten Flechten, und als Überbleibsel aus den vorhergegangenen Rasenformationen: *Agrostis rupestris* und *alpina*, *Avena versicolor*, *Carex firma*, *Nardus stricta*, *Primula minima*, *Homogyne alpina* (in den östlichen Alpen auch *discolor*), *Cherleria sedoïdes*, *Silene acaulis*, und in den Zentralalpen insbesondere auch *Leucanthemum alpinum*, *Juncus trifidus*, *Carex curvula* und *Phyteuma hemisphaericum* (z. T. nach Kerner).

Die Alpenazalee ist von den echten Azaleen, die jetzt mit Rhododendron vereinigt werden, scharf geschieden:[1]) man hat sie neben dem Zwerggrösel in eine andere Sippe versetzt und sie einer besondern Gattung zugeteilt (*Loiseleuria*). Die Gattung enthält nur diese eine Art, die außer der weißblühenden gar keine Abarten bildet, trotz ihrer weiten Verbreitung: ein klassisches Beispiel eines versteinerten, uralten, aber trotzdem äußerst expansionsfähigen Typus. Denn ihre Verbreitung ist eine enorm weite. Sie bildet in circumpolarem Areal (Westgrönland z. B. bis 78° N.B.) in der ganzen Arktis einen Hauptbestandteil der

---

[1]) Durch die Längsrisse der Antheren, die 2—3 spaltige Kapsel, die eckigen Samen.

nordischen Zwergstrauchtundra, findet sich auch im Altai, ist in den Pyrenäen, über die ganze Alpenkette, die Karpathen und auch in Siebenbürgen verbreitet, auch im Banat, Südkroatien, Dalmatien und Serbien (fehlt aber dem Kaukasus und Himalaya). Daß sie aus dem Norden stammt, ist wohl zweifellos; nach Engler ist das arktische Ostasien oder Westamerika, nach Christ der Altai, nach Breitfeld die ganze Arktis ihre Urheimat. Daß sie zu den „Glazialpflanzen" im Sinne Englers gehört, d. h. während der Eiszeiten ihre jetzige Verbreitung erlangt hat, ist ebenso zweifellos; daß sie zur Eiszeit im Vorland der Alpen existierte, beweisen die im Glaziallehm von Schwerzenbach bei Zürich gefundenen Blattreste; auch in England fand sie sich fossil in Ablagerungen aus der „Dryaszeit".

§§ 4. Die Schneeheide.
Erica carnea L.

Wir waren — der später in so tragischer Weise am Piz Blas durch eine Lawine verunglückte Professor W. Gröbli, Herr N. und der Verfasser — an einem schnee- und nebelreichen Februartag unter großen Mühsalen über den tief unter Schnee vergrabenen Segnespaß von Elm nach Flims hinübergestiegen, um Beobachtungen und Materialien über die Winterruhe der Alpenflora zu sammeln. Von Flims brachte uns am andern Morgen eine fröhliche Fahrt nach Chur. Noch hüllte auch hier die winterliche Decke die Landschaft ein; an sonnigen Hängen aber, wo der Schnee eben weggeschmolzen war, schimmerte es rötlich: zu tausenden drängten sich hier die lieblichen Glöckchen der „Schneeheide" hervor, reihenweise an den benadelten Zweigen sitzend, eine vielverheißende Frühlingsahnung neben dem Winterschnee. Noch lange, als wir schon in die frostige Nebelregion des Züricher Hügellandes untergetaucht waren, wieder mitten in den Winter, begleitete uns die anmutige Erinnerung an dieses Frühlingskind.

Das ist die Signatur dieses voralpinen eigenartigen Zwergsträuchleins: ein Lenzesbote an sonnigen Hängen auf kalkreichem Boden der voralpinen und alpinen Region.

Die Schneeheide[1]) ist ein zartes niederes Zwerggesträuch; aus niederliegendem Stamm entspringen zahlreiche, zarte, aufgebogene Zweige, welche

[1]) So heißt sie im deutschen Vogtlande, und Drude hat mit Recht diesen so bezeichnenden Namen als allgemeine Bezeichnung vorgeschlagen. Sie heißt auch noch Alpenheide, fleischrotes Heidekraut, Schwentheide (an der Lenk, Kt. Bern), Tann-Moos (St. Galler Oberland), wilda Brüsch, Brüschblüemli, Mariahilfblüemli (Gersau), rote Grampen (Tirol), Riblehand (Allgäu), nach Stebler; im Unterengadin „bröl", im Oberengadin „brutg" oder „brusch", im Bergell „broic" (Geiger); auf italienisch: „scopa carnicina", „scopina".

Fig. 47.
Die Schneeheide (*Erica carnea* L.).

A. Am Glärnisch bei 1800 m ü. M. am 27. Januar 1894 blühend gefunden; bei G. eine Knospengalle („Triebspitzen-Deformation"), erzeugt durch den Stich einer Gallmücke (*Cecidomgia ericina* F. Ludw.). — B. Üppig blühender Trieb vom Aufstieg von Davos zur Strela-Alp bei 1800 m ü. M., 29. Mai 1901 leg. Dr. v. Tavel.
(Orig. Phot. nach getrockn. Exempl.)

einen dichten vielästigen Busch bilden (Fig. 47). Die Blätter sind nadelartig (Querschnitt s. Fig. 30, S. 101) gestielt, 4—9 mm, im Mittel 7 mm lang, und stehen in 4 gliedrigen Wirteln am Zweig. Die Membran der Oberhautzellen ist, wie bei vielen Xerophyten, mit einer ver-

schleimenden, als Wasserspeicher fungierenden Innenschicht versehen. Die Blüten sitzen in den Blattachseln der letztjährigen Triebe; sie sind im Herbst schon völlig fertig vorbereitet, als bleiche Knospen bereit, beim ersten Hauch des Frühlings sich zu röten und zu öffnen. Die Erica ist also eigentlich ein „Winterblüher“; in der Tat erhielt ich am 27. Januar 1894 blühende Exemplare vom Glärnisch, bei 1800 m gesammelt, 1896 CHRIST solche am 25. Januar vom Vierwaldstättersee. Bei Locarno blüht sie an sonnigen Lagen regelmäßig im Januar. An langem Stiel hängt die Blüte herab (Fig. 48, 1, 2). Am Grunde sitzen vier rostrote, $2^1/_2$ mm lange trockenhäutige, abfallende Kelchblätter, dann folgt die 5 mm lange glockige fleisch-, nelken- oder carminrote, seltener rein weiße Krone, die in vier kurze stumpfe Zipfel endigt. Aus der Kronenmündung ragt das Bündel der 8 Staubbeutel vor, schwarzbraun gefärbt, scharf abstechend vom hellen Rot der Krone und durch diesen Farbenkontrast ein wirksames „Saftmal“ bildend, das den Eingang zum Honig markiert. Sie öffnen sich mit länglichen Poren und werden weit überragt vom schlanken Griffel, der auf seiner vordern Abstutzungsfläche Narbenpapillen trägt (Fig. 48, 4—7). Der Honig wird auch hier von Drüsen am Grunde des Fruchtknotens abgesondert (Fig. 48, 4, 8, 9) und füllt den Blütengrund, gegen Regen geschützt durch die hängende Lage der Blüte, gegen eindringende kleine Insekten durch die Enge des Blüteneingangs.

Die Selbstbestäubung ist hier vollkommen ausgeschlossen, da bei der hängenden Lage der Blüte der Blütenstaub unmöglich auf die untere narbentragende Fläche des weit vorragenden Griffels gelangen kann. Als Bestäubungsvermittler fungieren nach H. MÜLLER-Lippstadt hauptsächlich Schmetterlinge; wenn sie den Rüssel zwischen den durch den engen Kroneneingang zusammengehaltenen Staubbeuteln durchzwängen, wird derselbe mit Pollen belegt, der dann beim Besuch weiterer Blüten an der Narbe abgestreift wird. H. MÜLLER beobachtete an einem sonnigen, mit prächtig blühender *Erica carnea* bedeckten Abhang am 2. Juni im Tuorstal bei Bergün, wie sich zahlreiche Distelfalter (*Vanessa cardui*) beständig auf den Blüten aufhielten und Honig saugten. „Nur zweimal sah ich eine Hummel an Blüten der *Erica* beschäftigt, aber auf eine Weise, die nur um so deutlicher zeigte, daß es keine Hummelblume ist. Am 3. Juni fand ich nämlich bei Bergün *Bombus hortorum* andauernd saugend, aber nur an Blüten, die so dicht über dem Boden standen, daß die Hummel auf dem Rücken liegend den Rüssel in dieselbe hineinstecken konnte. Hatte sie eine kleine Gruppe zu dieser Art der Honiggewinnung geeigneter Blüten ausgebeutet, so flog sie suchend umher, an den schönsten Stöcken mit hochgehaltenen Blumen vorbei, bis sie wieder nahe dem Boden befindliche fand, an denen sie die eigentümliche, unbequem und langsam von statten gehende

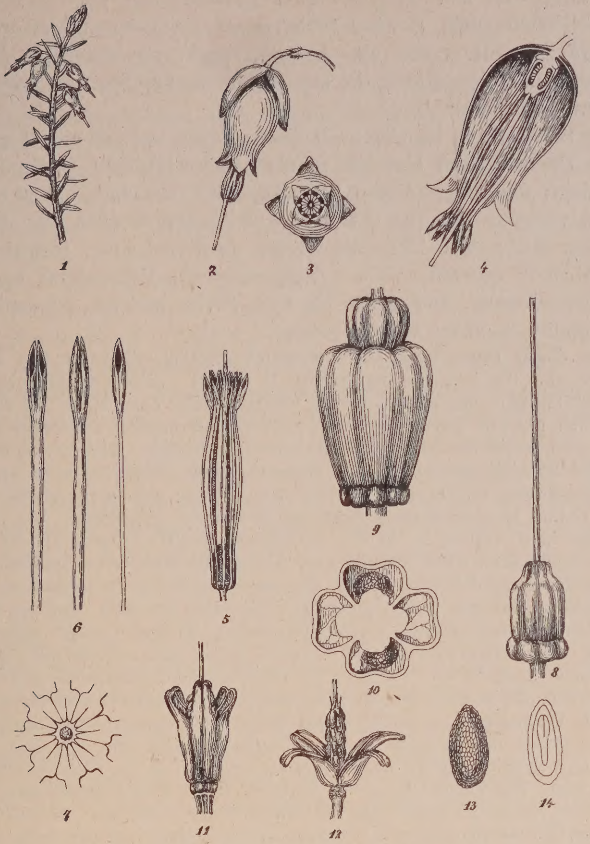


Fig. 48.

Die Schneeheide (*Erica carnea* L.)

1. Blühender Zweig ($^1/_1$). 2. Blüte in nat. Lage ($^5/_1$). 3. Blütte von oben gesehen; im Zentrum die Narbe, ringsherum die zusammenneigenden Staubbeutel ($^5/_1$). 4. Blüte im Längsschnitt; unter dem Fruchtknoten ist der honigabsondernde Drüsenring deutlich. 5. Staubgefäße und Stempel (nach Entfernung von Kelch und Krone); man sieht, wie die Narbe die Antheren überragt, und wie diese durch die eingeschnürte Krone zusammengehalten werden ($^5/_1$). 6. Staubgefäße; die Staubbeutel öffnen sich mit einer Zwischenform zwischen Porus und Längsriß ($^7/_1$). 7. Die um den Griffel zusammenneigenden Staubbeutel; im Zentrum die (viel höher liegende!) Narbe ($^{20}/_1$). 8. Stempel für sich; am Grunde des Fruchtknotens der honigabsondernde Drüsenring ($^{10}/_1$). 9. Junge Frucht, oben deutlich eingeschnürt ($^{10}/_1$). 10. Dieselbe in Querschnitt ($^{10}/_1$). 11. Reife Kapsel, im Begriff sich zu öffnen ($^5/_1$). 12. Geöffnete Kapsel, mit 4 Klappen aufspringend, welche die Scheidewände auf ihrer Mitte tragen; im Zentrum bleibt das „Mittelsäulchen" mit den samentragenden Samenleisten oder Placenten stehen; also fachspaltiges oder „loculicides" Aufspringen (vgl. dagegen Calluna, Fig. 50, mit scheidewandlösendem oder septifragem Aufspringen) ($^5/_1$). 13. Same ($^{20}/_1$). 14. Derselbe im Längsschnitt, mit dem vom Nährgewebe umgebenen Keimling ($^{20}/_1$). (11. und 14. nach E. Meyer, alles übrige Original von E. Stauffer.)

Saugmethode aufs neue in Anwendung brachte. Am 11. Juni fand ich unterhalb Weißenstein *Bombus terrestris* an *Erica* beschäftigt und sah ihr lange zu. Sie machte alle Anstrengungen, von unten am Blütenstand hängend, den Rüssel in eine Blüte zu bringen; es gelang ihr aber durchaus nicht!"

Die Schneeheide ist also nach diesen Beobachtungen eine Tagfalterblume. Damit stimmt aber die schräg abwärts geneigte Stellung ihrer Blüte nicht; die Falter pflegen von oben oder von vorn her zu saugen. Müller vermutet deshalb, daß unsere *Erica* ursprünglich eine Bienenblume war (für welche hängende Blüten die Regel sind), und sich erst nachträglich in der falterreichen Alpenregion als Falterblume angepaßt habe, ein Vorgang, der auch für eine Reihe anderer Alpenpflanzen wahrscheinlich gemacht werden kann.

Von dieser Darstellung Müllers weicht freilich diejenige von Kerner wesentlich ab. Sie lautet (Pflanzenleben II S. 199): „Die reihenförmig gruppierten Blüten sind mit ihrer Mündung sämtlich nach einer Seite und zugleich schräg nach abwärts gewendet. Ihre Entwicklung beginnt zu oberst an den Zweigen und schreitet von da allgemach nach unten vor. Gleichzeitig mit dem Öffnen der Blumenkrone kommt die Narbe in Sicht. Dieselbe wird von dem sich verlängernden Griffel über den Saum der Krone weit vorgeschoben. Die um den Griffel herumstehenden Antheren sind noch geschlossen und stecken ganz oder halb verborgen in der Blumenkrone. Wenn jetzt Bienen angeflogen kommen (und nach Kerner sind Bienen die Hauptkreuzungsvermittler, nicht Schmetterlinge! Verf.), um im Blütengrunde Honig zu saugen, so ist es unvermeidlich, daß die Narbe gestreift wird. Für den Fall, daß die Bienen von anderen Eriken Pollen mitgebracht haben sollten, erfolgt sofort eine Kreuzung verschiedener Stöcke. Mittlerweile haben sich auch an den Antheren große Löcher ausgebildet. Da aber die Öffnungen der benachbarten Antheren genau aufeinander passen, und in dieser Lage durch die an der Mündung etwas verengerte Blumenkrone wie von einem Ringe zusammengehalten werden, so bleibt der Pollen in den Antherenfächern aufgespeichert, und erst dann, wenn eine kleine Verschiebung der Antheren stattfindet, fallen die Pollentetraden als Staub heraus. Die Verschiebung der Antheren findet aber jedesmal statt, wenn Bienen ihren Rüssel zu dem Honig des Blütengrundes einführen, und es werden daher dieselben Bienen, welche bei dem Anfluge zuerst an der vorstehenden Narbe anstreiften, im nächsten Augenblick an Rüssel, Kopf und Brust mit Pollen bestreut. Besucht die bestäubte Biene kurz nachher die Blüten anderer Stöcke, so muß die schon erwähnte Kreuzung erfolgen. — Die Narbe welkt stets, sei sie bestäubt oder nicht, nach ein paar Tagen ab und ist dann nicht mehr fähig, Pollen aufzunehmen. Dagegen verlängern sich in derselben Blüte die Staubfäden und schieben die von ihnen getragenen Antheren vor die Mündung der Blumenkrone. Dadurch verlieren die Antheren ihren Zusammenhalt, trennen sich und der Pollen fällt aus ihren Fächern bei der leisesten Erschütterung hervor. Es genügt ein unbedeutendes Schwanken des blütentragenden Zweiges, um jetzt das Ausfallen des stäubenden Pollens zu veranlassen. Die noch immer belegungsfähigen Narben der jüngeren Blüten werden unvermeidlich mit dem stäubenden Pollen belegt."

Nach Müller ist also *Erica carnea* absolute Falterblume, nach Kerner im ersten Stadium protogyne Bienenblume, im zweiten Wind-

bestäuberin. Ich habe absichtlich diese Differenzen[1]) in den Beobachtungen ausgezeichneter Forscher über eine so verbreitete Pflanze ausführlich dargestellt, um zu zeigen, wie vieles da noch aufzuklären ist. Existieren vielleicht zwei biologische Rassen bei *Erica*, oder ist die Sache nach Lokalitäten verschieden, oder liegen Beobachtungsfehler vor? Eine lohnende Aufgabe für Frühlingswanderer in den Alpen!

Die Frucht ist eine „fachspaltige" vierklappige Kapsel; die Scheidewände lösen sich von dem samentragenden Mittelsäulchen los und bleiben auf der Mitte der 4 Klappen sitzen (siehe Fig. 48, 11—12). Die Samen sind länglich, runzlich, 0,75 mm lang, flachgedrückt mit etwas eingerollten Flügeln (siehe Fig. 48, 13, 14).

Die Formationen, an denen die Schneeheide sich beteiligt, sind mannigfacher Natur. Schicken wir voraus, daß sie, wie übrigens eine ganze Anzahl Alpenpflanzen südlicher Herkunft (*Globularia cordifolia*, *Biscutella laevigata*, *Kernera saxatilis*) gegen Höhendifferenzen ziemlich indifferent sich zeigt. Ihre Blüten spiegeln sich in den Fluten der Adria, wetteifern an den milden Ufern der oberitalienischen Seen mit der Abendglut des insubrischen Himmels, und schmücken den Fuß der letzten Vorposten des Baumlebens im Hochgebirge. Die obere Grenze ist in St. Gallen und Appenzell 2000 m, Bergell 2230 m, Puschlav 2450 m (Brockmann), Nordbünden 2605 m, am Parpaner Rothorn, Urgestein, nach schriftlicher Mitteilung von J. Braun in Chur; im Sottoceneri geht sie auf dem Mte. Generoso bis 1680 m (Bettelini); in den bayrischen Alpen bis 2300 m, im Wallis bis 2300 m.

Das Schwergewicht ihrer vertikalen Verbreitung liegt immerhin in der montanen und subalpinen Region, sie ist nach Drude's Bezeichnung eine „praealpine" Pflanze und gehört nach Beck zu den „Voralpengewächsen" der niederösterreichischen Kalkzone. An ihrem nördlichst vorgeschobenen Standort, dem an das Fichtelgebirge sich anschließenden Vogtland (absolute Nordgrenze bei Ölsnitz ca. $50^1/_4{}^0$ NB), bildet sie bei 400—600 m Höhe zerstreut liegende, dichte Unterbestände in meist aus Kiefern mit Tannen und aus Buchen gebildeten mäßig schattigen Wäldern, mit Heidel- und Preißelbeeren und Heidekraut abwechselnd.[2])

Im alpinen Vorland schmückt sie neben anderen Alpenpflanzen die offenen Geröllfluren der Auen längs des Unterlaufs der Alpenströme in Bayern wie in Niederösterreich, wohl herabgeschwemmt, so

---

[1]) Es sind übrigens nicht die einzigen: Aug. Schulz fand die Blüten homogam, und die Antheren in ihrem letzten hervorragenden Stadium bereits des Pollens beraubt, so daß die Kernersche Windbestäubung ausgeschlossen war; außer Faltern beobachtete er auch Hummeln als Besucher, oft auch als Honigdiebe durch Anbeißen der Blüte!

[2]) Drude, d. hercyn. Florenbezirk. — Leipzig 1902.

an den Ufern der Isar abwärts bis Moosburg, längs der Erlaf bis zur Donau; seltener tritt sie auf den bayrischen Heidewiesen neben der *Calluna* auf (Garchinger Heide bei München, Lechfeld bei Augsburg). Selbst auf Wiesenmooren fehlt sie nicht (Erdinger Moor), niemals aber bewohnt sie das Hochmoor. Als Unterholz ziert sie den Voralpenwald der nördlichen Kalkalpen)[1]) und die südalpinen Buschgehölze mit Hopfenbuche und Mannaesche (so z. B. auf dem Dolomitkegel des S. Salvatore bei Lugano); im östlichen Alpenlande erhellt sie in höheren Lagen mit ihren leuchtenden Blüten das Dunkel des Schwarzföhrenwaldes (*Pinus nigra*). Ebenso gesellt sie sich auf dem Serpentingebirge Serbiens als wenig entwickeltes Unterholz zur Schwarzföhre, ist dort überhaupt auf Serpentin ein in allen Waldformationen gleich häufiges Unterholz, dem sich oft die wunderbare Königsblume, die *Daphne Blagayana*, beimischt. In den wenigen bosnischen und serbischen Birkenwäldchen findet sich die Schneeheide auffallenderweise mit der sonst mit ihr vicarisierenden *Calluna* als Unterholz; im Buschwald der illyrischen Länder tritt sie ebenfalls auf und fehlt auch dem dortigen Buchenwald, voralpinen Mischwald und der subalpinen Strauchformation nicht.[2]) In den südöstlichen Kalkalpen schmückt sie mit dem nach Haushalt und Herkunft nahe verwandten buchsblättrigen Kreuzkraut (*Polygala chamaebuxus*) und der herzblättrigen Kugelblume (*Globularia cordifolia*) die Formation der „Bergheide“.[3])

Ihre Lieblingsstandorte aber, an denen sie oft tonangebend auftritt, sind die Geröll- und Felsenheiden der montanen und subalpinen Region in den nördlichen und südlichen Kalk- und Schieferbergen, besonders an sonnigen Lagen. Dort bildet sie als dominierende Pflanze die Formation der „Schneeheide“ nach Drude, des „Alpenheiderichs“ nach Kerner. Oder sie ist in die Blaugrashalde (*Sesleria coerulea*) eingestreut, oder alterniert mit dem Horstseggenrasen (*Carex sempervirens*) oder drängt sich zwischen den ungefügen Gesellen des Legföhrenwaldes anmutig empor, oder bildet gar in farbenprächtiger Mischung mit dem großblütigen Zwergrösel ausgedehnte Bestände (so im Raccolanertal in den julischen Alpen.

Kerner gibt eine begeisterte Schilderung der Schneeheidebestände in seinem „Pflanzenleben der Donauländer“ S. 213. „Schon zu Ende März oder Anfang April, also zu einer Zeit, wo man sich „in der Stadt“ unsere Alpentäler gewöhnlich noch tief mit Schnee erfüllt denkt, wo nur selten der Fuß eines

[1]) Vergl. u. a.: Eberwein und Hayeck, Die Vegetationsverhältnisse von Schladming in Obersteiermark. — Abhandl. der K. K. zool. bot. Ges. in Wien. 1904. — Günther Beck, Flora von Hernstein, S. 13—26.

[2]) Günther Beck, Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. — Leipzig 1901.

[3]) Siehe: Krašan, Die Bergheide der südöstlichen Kalkalpen. — Englers bot. Jahrbücher IV 1883.

Touristen die im Herbst durchschwärmten Regionen betritt und höchstens ein aus der Stadt kommender Waidmann zu den Berghöhen hinanklimmt, um auf den scheuen Auerhahn zu fahnden, steht dort der Alpenheiderich schon in voller Blüte. Ganze Berge findet man zu dieser Zeit an den mittägigen Lehnen vom Scheitel bis zur Sohle mit einem blühenden Heiderichteppich überkleidet, der nach dem Wechsel der Beleuchtung in den mannigfaltigsten roten Farbentinten schimmert. Wahrhaft bezaubernd ist insbesondere der Anblick, wenn man vom Grunde eines der tief eingeschnittenen Alpentäler am frühen Morgen, wo noch tiefer Schatten über dem Grunde ruht, eine hochragende, von diesem Heiderich bewachsene Bergwand von der Morgensonne beleuchtet erblickt. Der ganze Bergsaum scheint dann zu glühen, und die durch dunklere Waldinseln, hie und da wohl auch noch durch blendende Schneeflecken getrennten, gegen die Talfläche herabziehenden breiten Streifen aus rotblühenden Gebüschen gleichen ebenso vielen glühenden Strömen, die zur Tiefe niederwallen."

Wer um Ostern herum die sonst noch kahlen Abhänge am linken Ufer des Urnersees erklettert, der findet sie rötlich überhaucht von Ericablüten, neben der die blauen Kolbenrispen des Blaugrases ihren Blütenstaub ausschütten.[1]) Beinahe reine Bestände bildet sie an humusreichen Stellen des Horstseggenrasens (*Carex sempervirens*), wie er z. B. an den steilen Hängen der Schanfigger Heuberge unweit Chur entwickelt ist. Dort fand Stebler bei 2200 m, auf kalkreichem Bündnerschiefer 67,8 % *Erica carnea* im Rasen, daneben 8,6 % *Carex sempervirens*, 5 % *Avena versicolor* und *Festuca pumila*, 4,62 % *Daphne striata*[2]). Sie wird dort alle zwei Jahre gemäht, was sie ganz gut erträgt.

Die Schneeheide bevorzugt in den Alpen ganz entschieden Kalk- und kalkreichen Schiefer: sie fehlt dem Legföhrenwald auf Urgebirge (z. B. Beversertal im Engadin, Hohe Tauern), begleitet aber die Legföhre ständig auf dem Kalk. Rhiner bezeichnet sie für die Urkantone als absolut kalkstet, Unger ebenso für Kitzbüchel in Tirol, Sendtner für Südbayern, und in den Karpathen findet sie sich nach Pax nur auf den „Kalkvorlagen" der Liptau-Sohler Alpen; Beck rechnet sie zu den Kalkpflanzen der Felsflora der illyrischen Hochalpen. Doch kommt sie

[1]) Daneben noch als Begleitpflanzen: *Carex humilis*, *Anthericum ramosum*, *Polygala chamaebuxus*, *Helianthemum vulgare*, *Teucrium montanum*, *Globularia cordifolia*.

[2]) Als weitere Begleiter dieses Ericabestandes traten daselbst auf: *Sesleria coerulea*, *Agrostis alpina*, *Phleum Michelii*, *Festuca violacea*, *Elyna scirpina*, *Lotus corniculatus*, *Phaca frigida*, *Anthyllis vulneraria*, *Hedysarum obscurum*, *Dryas octopetala*, *Saxifraga aizoon*, *Silene acaulis*, *Helianthemum oelandicum*, *Ranunculus montanus*, *Anemone alpina*, *A. vernalis*, *A. narcissiflora*, *Trollius europaeus*, *Biscutella laevigata*, *Polygala alpestris*, *Thesium alpinum*, *Polygonum viviparum*, *Arnica montana*, *Gnaphalium carpathicum*, *Erigeron uniflorus*, *Aster alpinus*, *Bellidiastrum Michelii*, *Carduus defloratus*, *Leucanthemum vulgare*, *Solidago virgaurea*, *Hieracium murorum*, *Pedicularis verticillata*, *Bartsia alpina*, *Gentiana acaulis*, *Primula farinosa*, *Androsace chamaeiasme*, *Soldanella alpina*, *Galium anisophyllum*, *Campanale thyrsoidea*.

namentlich im Tessin auch auf Gneiß vor, so z. B. um Locarno, wo sie neben *Sarothamnus* und *Cistus salvifolius* üppig wuchert, dann in der Rofnaschlucht oberhalb Andeer. Für Wallis bezeichnet sie JACCARD als indifferent. Von ihrem mitteldeutschen Vorkommen sagt DRUDE[1]): „Die Heide ist eine der wenigen Voralpenpflanzen, deren Relictstandorte nicht auf Kalk, sondern auf Urgestein liegen, und zwar nur in dem an das Fichtelgebirge und den Kaiserwald angeschlossenen südlichen Vogtland. Die Gesteinsunterlage ist hier Granit, Gneiß und cambrischer Kieselschiefer.“ In Niederösterreich findet sie sich bei Rampach, Natschbach, Sebenstein und Witzelsberg auf kristallinischen Schottern. Merkwürdigerweise fehlt sie dem Kalk des Jurazuges völlig, wohl deshalb, weil dieser seine Vegetation aus den Westalpen bezog, wo Erica fehlt. Einzig am Salève bei Genf findet sie sich, aber merkwürdigerweise gerade an einer Stelle, wo dem Kalk eine Schicht (*Terrain sidérolithique*) aufgelagert ist, die sandhaltig genug ist, um *Aira flexuosa* zu nähren! (CHRIST).

Die Schneeheide gehört also zu den zahlreichen Pflanzen, welche in klimatisch verschiedenen Gebieten auch verschiedene Bodenarten bewohnen. Jedenfalls aber ist sie von den meisten übrigen *Ericaceen* unserer Flora dadurch verschieden, daß sie mineralkräftige Böden nicht scheut.

Die allgemeine Verbreitung der Schneeheide charakterisiert sie als eine vorwiegend dem Alpenzug in seiner östlichen Hälfte angehörige Art, ein mitteleuropäisch-alpines Element. Sie beginnt ungefähr mit den Schweizeralpen, begleitet in Nord und Süd der Alpen die Kalkzone, wenig in die zentrale Zone eindringend, strahlt nach Norden ins Alpenvorland, und mit zahlreichen Relictstandorten bis ins Vogtland und nördliche Böhmen, sowie ins mährische Gesenke aus, nach Osten in die Kalkvorberge der Karpathen und auf den Balkan bis nach Serbien, Montenegro, und der Herzegowina. In Italien ist sie in der montanen Region, besonders auf dem Appennin, aber auch bis in die Gegend von Rom verbreitet, fehlt aber auch den vorgelagerten Ebenen und dem Meeresstrande nicht. Daß sie unmittelbar aus dem Süden, dem Mediterrangebiet stammt, lehrt ihr italienisches Vorkommen, bis an die Küsten des Mittelmeeres, ihre reiche Verwandtschaft in diesem Gebiet und ihre biologische Natur: sie ist wie die Herbstzeitlose (*Colchicum*), wie der Epheu (*Hedera*) ein „Winterblüher“, eine Erinnerung an den milden italischen Winter.

Aber wir können in der Verfolgung der Heimatberechtigung unserer Pflanze noch weiter gehen.[2]) Das mediterrane Element der alpinen

[1]) DRUDE, O., Der hercynische Florenbezirk. — Leipzig 1902, S. 127.

[2]) Vergl. die trefflichen Ausführungen von CHRIST, Über afrikanische Bestandteile in der Schweizer Flora. — Ber. d. schw. bot. Ges. Heft VII 1897.

Flora enthält nach Ursprung und Geschichte sehr verschiedene Unterelemente, ein endemisches, ein Steppenelement, ein vorderasiatisches und ein „altafrikanisches“. Unter letzterer Bezeichnung faßt CHRIST diejenigen Bestandteile der Mittelmeerflora und ihrer Ausstrahlungen zusammen, welche deutliche Beziehungen zur afrikanischen Flora zeigen. Und zu diesen gehört unsere *Erica carnea* als „illustres“, schon von ENGLER 1879 angeführtes Beispiel. Ihre nähere Verwandtschaft weist klar nach Afrika. Die Gattung *Erica* umfaßt im ganzen ca. 420 Arten, von denen etwa 15 im Mediterrangebiet, die übrigen in Afrika, besonders im Kapland vorkommen. Unsere Schneeheide speziell gehört zu einer sonst ausschließlich kapländischen Untergattung; sie ist unter 50 Arten derselben die einzige nicht kapländische.

Daß die Abzweigung dieser alpinen Form via Mittelmeer in die graue Vorzeit der Tertiärperiode zurückzuverlegen sei, darüber ist man einig. Über die Verbindung mit dem Kap sind die Meinungen geteilt. ENGLER will die kapländischen und die mediterranen Formen von jetzt ausgestorbenen tropisch-afrikanischen Stammformen ableiten. CHRIST dagegen verteidigt in der erwähnten Schrift mit guten Gründen und unter Anführung zahlreicher Belege die Ansicht, daß die xerophil ausgebildete „altafrikanische“ Florengesellschaft vom Kap über die trockenen Ränder und die Gebirge des Kontinents vom Kap bis zum Mittelmeer wandern konnte, daß also eine direkte Verbindung bestand und besteht.

§§ 5. **Das Heidekraut (Besenheide).**

Calluna vulgaris (L.) Salisbury.

Das Heidekraut[1]) ist noch weniger als die Schneeheide eine eigentliche Alpenpflanze; auch sie besiedelt die alpine Region nur im Strauchgürtel und besitzt ihre Hauptverbreitung in tieferen Regionen. Es genüge deshalb hier eine ganz kurze Behandlung.

Das Heidekraut ist ein reichverzweigter Zwergstrauch (Fig. 49), bis $^1/_2$m hoch, mit engjährigem Holz (mittlere Jahrringbreite nach ROSENTHAL 0,14—0,51 mm, ersteres bei 2000 m am Karer Paß oberhalb Innsbruck, letzteres auf der Jungfernheide bei Berlin). Die Primärwurzel ist aus-

[1]) Entsprechend seiner großen Verbreitung und seiner ökonomischen Wichtigkeit hat das Heidekraut sehr viele Volksnamen. In der deutschen Schweiz heißt es (STEBLER): Brüsch, Prisch, Breusch, Bruuch, Bruch, Bruoch, Brög, Prög, Brugg, Brucha, Grübsch, Gaisbrüsch, Rucha-Bruch, Prisi, Sevi, Sefi, wilda Sephi, Gheid, Haide, Haidechrut, Besenheide, Bäsaris und Tannenmyrte; in Tirol: rote Grampen, Hoadach, Senden; in Vorarlberg; Trusabrüch; französisch: bruyère, breira, brueira, bruiro; im Tessin: brò brüg; romanisch: brucha (Heinzenberg), brui, brutg, bruoch (Oberengadin), brui (Bergün); im Bergell: broic (GEIGER).

dauernd, die Sprosse niederliegend und wurzelnd, die Zweige aufgerichtet. Nach GRAEBNER soll das Heidekraut selten ein höheres Alter er-

Fig. 49.
Das Heidekraut. (*Calluna vulgaris* (L.) Salisbury.)
Blühender Zweig in natürl. Größe. (Orig. Phot. nach Herbarmaterial.)

reichen als 10—12 Jahre, nach WARMING 20—30 Jahre. Die Blätter sind $1^1/_2$—2 mm lang, kurz, walzlich, nadelförmig, auch hier „ericoïde“ Form mit schwacher Rollblattbildung vereinigend (siehe den

Querschnitt Fig. 32, 4, S. 101). Bei der Hauptform (var. *glabra* Neilreich) sind die Äste kahl, die Blätter ebenso oder am Rande nur sehr kurz feinwimperig; bei der behaarten Abart (var. *hirsuta* Gray) sind dagegen Äste und Blätter von abstehenden Haaren dichtflaumig; sie ist weit seltener.

Die Blüten erscheinen im Hochsommer, nach Drude und Kerner in allen Höhenlagen gleichzeitig; in der baltischen Niederung, auf dem kühlen Moor zu gleicher Zeit wie bei ca. 2000 m oberhalb Innsbruck. Nach Candrian dagegen (schriftliche Mitteilung) beginnt sie im Oberengadin im Tale (1800 m) Ende Juli zu blühen, ist im August in allgemeiner Blüte, an ihren obersten Standorten (2400 m) aber 14 Tage später. Nach freundlicher schriftlicher Mitteilung des bekannten Bienenzüchters Pfarrer Barth in Davos-Glaris ist Calluna dort (der Ort liegt 1450 m ü. M.) „unter günstigen Witterungsverhältnissen eine ausgezeichnete Honigpflanze Mitte August bis Mitte September. Vom 1. bis 10. Sept. 1898 betrug die Zunahme meines Beobachtungsvolkes 2,7 kg bei einer durchnittlichen Tagestemperatur von 15,5 ^{0} C (Minimum 4,9, Maximum 26,2). Seither versagte sie öfters wegen Kälte und Nässe. Heuer (1904) war sie Ende August gut; was sie September bringt, ist noch ungewiß.“

Die Blüten stehen an Kurztrieben, welche an den einjährigen Zweigen entspringen; sie sind kurzgestielt, der Stiel mit 6 Hochblättchen besetzt: Kelch und Krone sind rosa gefärbt (selten weiß), der Kelch doppelt so lang als die Krone, am Schauapparat sich wirksam beteiligend (Fig. 50).

Die Krone bildet ein nur 2—3 mm langes, bis weit über die Mitte in 4 Lappen zerteiltes Glöckchen (Fig. 50, 4, 9); der in ihrem Grunde geborgene, von 8 mit den Staubfäden abwechselnden schwärzlichen Drüsen abgesonderte Honig ist selbst sehr kurzrüssligen Insekten leicht zugänglich. *Calluna* wird daher von sehr zahlreichen Insekten besucht. Staubgefäße und Stempel biegen sich etwas nach oben, so daß der Zutritt zum Honig von unten her erfolgt (Fig. 50, 3). Die Staubbeutel öffnen sich schon vor Ende der Knospenzeit und sperren ihre rauhen, von sparrigen Haaren besetzten Anhängsel (Fig. 50, 5—8) so weit auswärts, daß sie unfehlbar vom Insektenrüssel angestossen werden müssen und so den Pollen auf denselben ausstreuen. Die Narbe ist ebenfalls schon beim Beginn der Anthese fähig, Pollen festzuhalten, wächst aber nachher weit über die Staubgefäße hinaus.

Die Frucht — und das ist ein Hauptunterschied von der Schneeheide — öffnet sich so, daß die Kapselwände als 4 Klappen sich von den stehenbleibenden Scheidewänden und Samenleisten loslösen („septifrages“ oder scheidewandlösendes Aufspringen) (Fig. 50, 13). Die Samen (Fig. 50, 14) sind klein und flachgedrückt und dadurch flugfähig.

Das Heidekraut ist eine der anpassungsfähigsten und genügsamsten Pflanzen. Sie wächst sowohl auf dem trockensten ärmsten

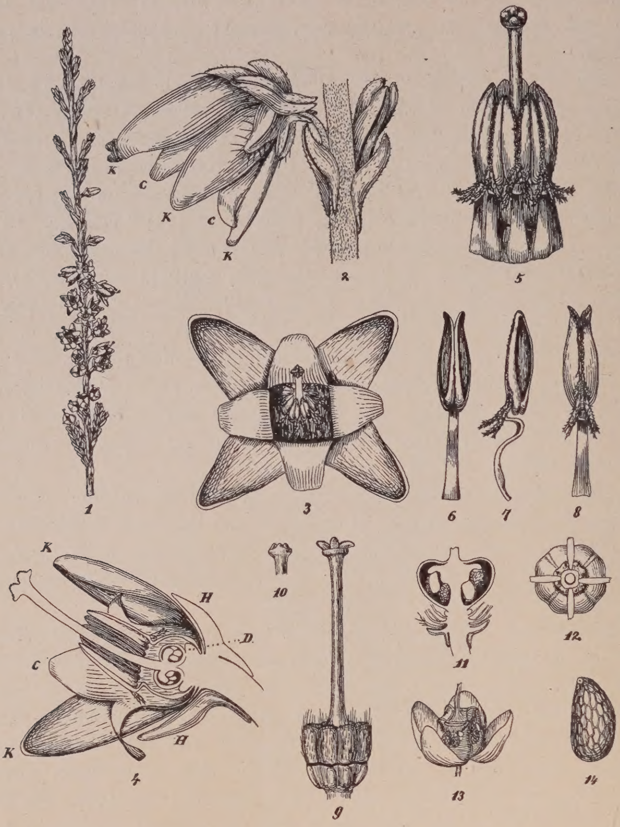


Fig. 50.

Das Heidekraut. (*Calluna vulgaris* (L.) Salisbury.)

1. ($^1/_1$). Blühender Zweig. 2. ($^5/_1$). Blüte von der Seite; K = Kelchblätter, C = Kronblätter. 3. ($^5/_1$) Blüte von vorn gesehen; Narbe und Staubgefäße sind deutlich aufwärts gebogen. 4. ($^5/_1$). Blüte im Längsschnitt (H = Hochblätter, K = Kelchblätter, C = Kronblätter, D = Honigdrüsen. 5. ($^5/_1$). Staubblätter und Stempel. 6—8. ($^5/_1$). Staubgefäß, mit Längsrissen sich öffnend, am Grunde der Anthere mit behaarten Anhängseln („Schüttelapparat"); Staubfäden knieförmig gebogen, federnd! 9. ($^5/_1$). Stempel für sich; unterhalb des Fruchtknotens der honigabsondernde Drüsenring (unterweibige Scheibe oder hypogyner Discus); die Narbe in voller Empfängnisfähigkeit. 10. ($^5/_1$). Narbe vor der Reife. 11. ($^5/_1$). Junge Frucht im Längsschnitt, am Grunde von Hochblättern umgeben; von dem stark verdickten „Mittelsäulchen" aus ragen die Placenten weit in das Fach hinein. 12. ($^5/_1$). Junge Frucht von unten, mit 4 abgeschnittenen Staubfäden und dem Drüsenring. 13. ($^5/_1$). Reife aufgesprungene Frucht, mit 4 samenlosen Klappen sich öffnend, welche von dem stehenbleibenden Gerüst der Scheidewände und Placenten sich loslösen (scheidewandlösendes oder septifrages Aufspringen, bei Erica fachspaltig oder loculicid). 14. ($^{20}/_1$). Same. (Original von E. Stauffer.)

Sandboden als auf dem nassen Moorboden; immer aber ist sie ein ausgesprochener Magerkeitszeiger, eine Pflanze mineralarmen Bodens, eine „obligotrophe“ Pflanze per excellence, die nicht nur auf besseren Böden der Konkurrenz anderer weicht,[1]) sondern durch Düngung sogar direkt geschädigt wird, an „Nährstoffüberschuß“ stirbt! Ein gewisses Maß von Luftfeuchtigkeit scheint ihr notwendig zu sein: wo das fehlt, tritt statt der Heide die Steppe auf; in der feuchteren atlantischen Region bildet sie offene Heiden, in den continentalen Teilen ihres Verbreitungsgebietes, schon in Posen, zieht sie sich in den Schutz des Waldes zurück (Graebner); ihr Fehlen in Sibirien wird von Koeppen als Folge zu geringer Feuchtigkeit gedeutet.

Sie tritt als Haupt- oder Nebenbestandteil in sehr verschiedenen Pflanzenformationen auf. Den Sandboden des norddeutschen Kiefernwaldes überzieht sie in dichtem Schluß; sie begleitet die Birkenheidewälder, im Süden den Kastanienwald; findet sich im Buchenwald dort vor, wo sich Rohhumus bildet und kann schließlich die Buche verdrängen. Im Nadelwald des Gebirges wuchert sie im Verein mit anderen Ericaceen, im Fichten-, Lärchen- und Arvenwald; dem Legföhrengebüsch gesellt sie sich häufig bei. Auf austrocknenden Hochmooren tritt sie als Schlußglied einer Entwicklung auf, die vom Flachmoor durch's Hochmoor zur Heide führt. Ihr Hauptrevier aber ist die „Zwergstrauchheide“, jene Genossenschaft aus niederen Sträuchern, die in zusammenhängendem Teppich von der Arktis bis zur alpinen Region der mitteleuropäischen Gebirge weite Strecken armen Bodens überzieht.

In der arktischen Zwergstrauchheide spielt *Calluna* keine Rolle: sie scheint dem arktischen Zirkel überhaupt zu fehlen. In Holland, Belgien und an den atlantischen Küsten besiedelt unsere Pflanze vielfach die Dünentäler. Die ausgedehntesten fast reinen Bestände aber bildet *Calluna* auf den nordwestdeutschen Landrücken („Lüneburger Heide“) zwischen Elbe und Weser; im ganzen soll sie in Deutschland über 500 Quadratmeilen Landes bedecken. Diese „Niederungsheide“ (Drude) zeigt neben *Calluna* folgende Hauptbestandteile: *Erica Tetralix, Empetrum, Vaccinium uliginosum, Arctostaphylos uva ursi, Myrica gale* und *Ledum palustre.* Sie

---

[1]) So weist Stebler nach, daß auf einer Borstgras-Bergseggen-Heidekrautwiese mit 28,05 % *Calluna*, 9,75 % *Nardus stricta* und 16,78 % *Carex montana* in Schwendi, Kt. Appenzell bei 1050 m durch Düngung mit Mist (und häufigeres Mähen!) das Heidekraut (nebst Borstgras und Bergsegge) völlig verschwand. Auch eine Düngung mit Thomasmehl und Kainit, sowie mit Kalisuperphosphat vertreibt das Heidekraut völlig. (Siehe auch Stebler und Schröter, Landw. Jahrb. d. Schweiz 1887, S 145 u. 146). — In Kulturen allerdings, wo sie keine Konkurrenz zu befürchten hat, verträgt die *Calluna* nach Weber und Graebner ganz erhebliche Mengen von Kalk und andern mineralischen Nährstoffen.

ist neben Wiese, Moor und Wald eine der ursprünglichen[1]) Pflanzenformationen Deutschlands, auf nährstoffarmem Boden den Wald ersetzend, auf reicherem Boden durch Rohhumusbildung mit dem Wald in natürlicher säkulärer Wechselwirtschaft stehend. Sie ist an einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt von Boden und Luft gebunden, eine „atlantische“ Formation, in continentalen Gebieten durch die „pontische“ Steppe ersetzt. Das Schwergewicht der Allgemeinverbreitung von *Calluna* liegt denn auch im Westen Europas.

Ein schwaches Widerspiel dieser unermeßlichen Heidelandschaften Norddeutschlands mit der eigenartigen Poesie ihrer unendlichen Horizonte, ihres rötlich schimmernden Blütenmeeres und ihrer Einsamkeit finden wir in der „subalpinen Bergheide“ (Drude) der mitteldeutschen Gebirge (typisch z. B. auf dem Brockengipfel) und der Alpen. Sie reicht bis wenig über die Baumgrenze. Ihre Höhengrenzen sind: bayr. Wald 1474 m, bayr. und Salzburger Alpen 1949 m „bis über die Holzgrenze“ in St. Gallen und Appenzell; im Oberengadin steigt sie bis 2720 m, im Bergell bis 2230 m, Puschlav 2250 m (Brockmann), Wallis ebenso. Von ca. 2200 m an wird *Calluna* durch andere Arten (Alpenazalee usw.) ersetzt. Rauhe Nordhänge, sanfte Rücken, besonders im Urgebirge sind oft stundenweit von dieser ertragsarmen monotonen Gesellschaft bedeckt. Die Begleitarten sind *Arnica, Tormentilla, Hieracium alpinum, Leontodon pyrenaicus, Calamagrostis Halleriana* und das humicole Hungergräserpaar *Nardus* und *Deschampsia flexuosa,* ferner Bärlappgewächse (*Lycopodium clavatum*), an felsigen, sonnigen Stellen auch die immergrüne Bärentraube, an leeren Stellen die Renntierflechte.

Aber auch auf der Weide bildet sie einen vom Älpler verwünschten Unkrautbestandteil. Magere Weiden tragen vom Meeresstrand bis über die Baumgrenze oft einen Callunateppich, so z. B. im Tessin.

„Vom Spiegel des Luganersees“, sagt Freuler,[2]) „bis auf ungefähr 1350 m ü. M. ist der Charakter der offenen Weiden mit südlicher Exposition auf den nährstoffarmen Glimmerschieferböden fast durchweg derselbe. Die Grundlage bildet ein dichter Teppich von Heidekraut, dem sich in der mittleren Höhenregion das Borstgras (*Nardus stricta*) beimischt.“ Dazu gesellen sich eine Anzahl Sträucher, die nach oben verschwinden.

„Über der Gestrüppregion reduzieren sich diese Weiden in eine Wildnis aus Heidekraut und Borstgras, die zur wahren Plage werden. Besonders an

---

[1]) Darüber, ob die Heide eine ursprüngliche oder durch die Entwaldung künstlich eingeführte Formation sei, sind die Meinungen geteilt. Borggreve und Krause meinen das letztere, Focke, Drude, P. E. Müller, Graebner u. a. das erstere. Sarauw hat neuerdings durch Untersuchung dänischer Grabhügel das hohe Alter der Heide in Dänemark nachgewiesen.

[2]) Freuler, Forstliche Vegetationsbilder aus dem südlichen Tessin, mit 18 Photographien. — 2. Heft der Serie: Botanische Excursionen und pflanzengeogr. Studien in der Schweiz, herausgegeben von Schröter. Zürich, Raustein, 1904.

den steilen warmen Sonnenhalden überwuchern sie gerne dermaßen die guten Weidekräuter, daß sie die Weiden zu fast völliger Sterilität reduzieren. Ist eine solche auf diesem Punkt angelangt, so zünden sie die Bauern im Winter an, und geben dann oft Anlaß zu verheerenden Waldbränden.[1]) Nach dem Brande, wohl infolge der Aschedüngung, gewinnen für einige Jahre die guten Weidekräuter die Oberhand. — Doch nach und nach drängen sich das Heidekraut und Borstgras wieder vor und das alte Lied beginnt von neuem — denn aus den vom Feuer nicht getöteten Erdstöcken schlagen diese Pflanzen wieder aus.“

Häufig mischt sich der Zwergwachholder bei, so daß man von einer „Formation des Zwergwachholders und der Besenheide“ sprechen kann (Engler), die wohl als Facies der Zwergstrauchheide aufzufassen ist, wie sie an den obersten Grenzen des Strauchwuchses auf Granit in den Zentralalpen und auf den ausgedehnten schwach gewölbten Kuppeln derselben vorkommt.

Alpwirtschaftlich ist *Calluna* als eines der schädlichsten Unkräuter zu bezeichnen. Es wird in der Regel vom Vieh nicht gefressen, überwuchert weite Flächen und verschlechtert den Boden durch Bildung von saurem Humus.

Als Bekämpfungsmittel zitiert Stebler: Düngung (siehe oben), Pferchen, Abmähen oder Ausreißen kombiniert mit Düngung, Abbrennen, Bewässerung.

Dem Schaden steht, freilich bei weitem nicht ausgleichend, die Benutzung zur Streu, als Notfutter für das Vieh, als treffliche Bienenpflanze und — in manchen waldarmen Alpentälern — als Brennmaterial gegenüber.

Calluna ist in ganz Europa inklusiv Island (wo sie freilich nicht mehr recht fruktifiziert), aber exklusiv die italienischen Inseln verbreitet, durchzieht den ganzen Rückgrat Europas von den Pyrenäen bis zu den Karpathen und dem Balkan, hat ihr Massenzentrum aber im Gebiet des atlantischen Ozeans und Nordwestdeutschlands, geht im Norden in Norwegen bis 71° NB., kommt auf der Halbinsel Kola und im Samojedenland vor, wo sie im Westen der Halbinsel Kanin ihre nordöstliche Grenze erreicht; von da an hat sie eine Ostgrenze; abgesehen von einem ganz vereinzelten Posten bei Tjumen im Gouv. Tobolsk, 300 Kilometer östlich vom Ural, fehlt das Heidekraut in Asien völlig; es ist an einigen Stellen der atlantischen Gestade von Nordamerika

---

[1]) Ähnlich wie ja auch der norddeutsche Heidebauer etwa alle 10 Jahre, wenn die Pflanzen zu altern beginnen, seine Heide abbrennt, freilich nicht um sie in andersgeartete Weide zu verwandeln, sondern nur um sie zu verjüngen; in seltenern Fällen wird sie für ein oder zwei Jahre als Acker verwendet und dann liegen gelassen, wobei sie schnell wieder zur Heide wird. Die Verjüngung geschieht durch Sämlinge und Wiederaustreiben älterer Stöcke (Graebner, die Heide Norddeutschlands, Leipzig 1901, S. 110).

(Massachusetts bis Neufundland) als Seltenheit wild (?) gefunden und ist dort der einzige Vertreter der Gruppe der *Ericoïden* in Amerika. Südwärts erreicht es auf den Gebirgen die Azoren 2000 m, Portugal, Korsika, Mittelitalien, Griechenland.

„Es ist also *Calluna* gewissermaßen eine Wappenpflanze für den europäischen Anteil des nordischen Florenreiches“ (Drude). Auch für sie liegt der Schwerpunkt der verwandten Formen in Afrika; sie ist aber weiter abgetrennt, isolierter als *Erica carnea*, einer monotypen Gattung angehörig, und ihr Ursprung daher sehr dunkel. Für die nordamerikanischen Vorkommnisse scheint Engler die Verschleppung durch Vögel über Grönland und Labrador nicht ausgeschlossen.[1])

§§ 6. **Die immergrüne Bärentraube.**

Arctostaphylos uva ursi Sprengel (= *A. officinalis* Wimmer).

Die Bärentrauben sind von den bisher behandelten Ericaceen durch ihre saftige Frucht verschieden, von den Vaccinien durch den oberständigen Fruchtknoten.

Die immergrüne Bärentraube ist ein ausgesprochener „Spalierstrauch“, teppichbildend, mit dickem Stamm und niederliegendem oft wurzelndem Ast- und Zweigwerk (Fig. 51). Die Stämmchen können auch hier ein respektables Alter erreichen; Rosenthal zitiert bei Samaden bei 2000 m ein 29jähriges Stämmchen von 0,19 mm Jahrringbreite, Kihlmann fand bei Orlow ein mehr als 80jähriges Stämmchen von 1,12 cm Durchmesser und 0,07 mm Jahrringbreite, ein 58jähriges von 0,05 mm Jahrringbreite und 6,4 mm Durchmesser.

Die dicken ledrigen immergrünen Blätter (Querschnitt siehe Fig. 30, 5 Seite 101) sind bis 2 cm lang, am Rande nicht nach unten gerollt, unterseits ohne dunkle Drüsen (Unterschied von der Preiselbeere). Die Blüten (Fig. 52), gehören zu den alpinen Frühlingsboten; so fanden wir z. B. auf der Alp de l'Allée oberhalb Zinal im Eifischtal bei 2100 m am 3. Juni 1895 die Bärentrauben in voller Blüte). Sie stehen in kleinen überhängenden Trauben am Ende der Zweige; die glockige Krone ist weiß, nach vorn rötlich überhaucht, wie aus Wachs geformt,

---

[1]) Neuerdings wird das Indigenat der *Calluna* in Nordamerika angezweifelt. Riech (The heather in New-England, Rhodora II 1900 p. 53) untersuchte die sämtlichen bis jetzt bekannten Standorte der Pflanze in Nordamerika (Tewksbury in Massachusetts, dort anno 1862 zuerst entdeckt; seither auch Kap Elisabeth, Maine; West-Andover, Townsend und Nantucket, Massachusetts, Rhode Island, Neu-Schottland und New-Foundland). Da kein Standort weit von menschlichen Wohnungen entfernt ist, hält Riech die Heide für durch den Menschen eingeschleppt.

Fig. 51.

Die immergrüne Bärentraube. (*Arctostaphylos uva ursi* Sprgl.)

Ein 10jähriger Spalierstrauch von der Alp de l'Allée ob Zinal, 2100 m ü. M., am 3. Juni 1895 in voller Blüte gesammelt. — ($^1/_{2,7}$ nat. Größe. (Orig. Phot. nach Herbarmaterial.)

am Grunde von den blutroten, weißhäutig eingefaßten Kelchblättern umgeben. Der Honig wird am Grunde der Blüte von einer den Frucht-

Fig. 52.

Die immergrüne Bärentraube. (*Arctostaphylos uva ursi* Sprengel.)

1. $(^{1}/_{1})$. Blühender Zweig. 2. $(^{1}/_{1})$. Fruchtzweig. 3. $(^{5}/_{1})$. Blüte in natürl. Lage. 4. $(^{5}/_{1})$. Längsschnitt durch dieselbe nach H. Müller. 5. $(^{5}/_{1})$. Dasselbe nach Schmidt. 6—7. $(^{5}/_{1})$. Staubgefäße von vorn, von der Seite und vom Rücken, mit den Antherenanhängseln. 9. $(^{150}/_{1})$. Pollentetraden. 10. $(^{5}/_{1})$. Stempel, mit der am Grunde befindlichen Honigdrüse. 11. $(^{6}/_{1})$. Querschnitt durch den fünffächrigen Fruchtknoten. 12. $(^{5}/_{1})$. Steinfrucht von unten, mit dem bleibenden Kelch. 13. $(^{5}/_{1})$. Steinfrucht mit abgeschnittener oberer Hälfte des Fleisches; die 5 Steinkerne sind sichtbar. 14. $(^{5}/_{1})$. Steinkern von der Seite. 15. $(^{5}/_{1})$. Steinkern von innen, von der Kante aus. 16. $(^{10}/_{1})$. Oberer Teil des Steinkerns im Längsschnitt, Same nicht durchschnitten; der Nabelstrang des Samens breitet sich zu einem kappenartigen Samenanhängsel aus. 17. $(^{10}/_{1})$. Dasselbe mit durchschnittenem Samen; Nährgewebe und Keimling sind sichtbar (Fig. 1—11 nach C. F. Schmidt in Berg und Schmidt, Atlas off. Pfl., Fig. 12—17 nach d. Natur v. E. Stauffer.)

knoten umgebenden zehnlappigen Drüsenscheibe abgesondert[1]) (Fig. 52, 4, 5, 10), zwischen deren Lappen die zehn Staubgefäße entspringen. Der Honig wird am Herabfließen — in der hängenden Blüte! — verhindert durch die Staubfäden, welche, unten dünn, plötzlich zu einer dicken fleischigen Anhwellung sich verdicken (Fig. 52, 6—8).

Diese zehn Anschwellungen schließen sich rings um den Fruchtknoten zu einer Decke über dem Honig zusammen, die nur außen den Weg zu der nektargefüllten Schale des Kronengrundes frei läßt. Der Honigschutz wird durch starke Behaarung an Staubfäden und Innenseite der Krone verstärkt, die namentlich kleine Honigdiebe unter den Insekten vom Raube abhält (Fig. 52, 4, 5). Die äußerst zierlichen Antheren springen mit einem Porus auf und besitzen lange Anhängsel, welche als „Schüttelapparat“ fungieren (Fig. 52, 4, 5—8). Der Griffel überragt die Antheren beträchtlich und ist nur an seiner vorderen Fläche mit Narbenpapillen besetzt, so daß bei der hängenden Lage der Blüte Selbstbestäubung ausgeschlossen ist. Nach Kerner ist die Blüte schwach „vorweibig“ (protogyn); die Antheren stäuben erst 2—5 Stunden nachdem die Blüte sich geöffnet hat, während die Narbe sofort geschlechtsreif ist. Die honigholenden Hummeln und Bienen hängen sich von unten an die zierlichen Wachsglöckchen, wobei ihnen die zurückgebogenen Kronenzipfel willkommenen Anhalt bieten. Sie fädeln den Rüssel in die kleine Öffnung ein und führen ihn bis zum Blütengrund. Dabei müssen sie erst an der klebrigen Narbe vorbei und streifen hier mitgebrachte Pollen ab, Fremdbestäubung bewirkend. Dann stellen sich ihnen wie Schlagbäume die quer vorgestreckten Anhängsel der Staubbeutel entgegen; beim Durchpassieren berühren sie dieselben und schütteln dadurch den Blütenstaub aus den weitgeöffneten Poren der Beutel, der nun am Rüssel haften bleibt und in der nächstbesuchten Blüte auf der Narbe abgestreift wird. So ist Fremdbestäubung gesichert. Ob Selbstbestäubung bei ausbleibendem Insektenbesuch eintritt, ist zweifelhaft.

Anders steht es mit den nordischen Exemplaren! Nach Lindmann sind auf dem Dovrefjeld in Norwegen die Antherenanhänge viel kürzer als bei den alpinen Pflanzen, dagegen ist die Narbe lappiger ausgebreitet, so daß spontane Selbstbestäubung leicht zustande kommt. In Grönland sind nach Warming die Blüten homogam, und schon in der Knospe sind Antheren und Narben entwickelt. Selbstbestäubung ist leicht möglich und erzeugt guten Samen. — Also auch hier wieder im insektenarmen Norden Erleichterung der Selbstbestäubung!

Die Frucht ist eine intensiv rot[2]) gefärbte Steinfrucht mit fünf ge-

---

[1]) Nach Kerner (Pflanzenleben II S. 159) ist die Blumenkrone der absondernde Teil!

[2]) Der „Albino“ mit weißen Früchten (var. *leucocarpus* Ascherson et Magnus, Verh. d. zool.-bot. Ges. Wien Bd. XLI 1891 S. 692) ist bis jetzt nur vom Ritten in Tirol bekannt.

trennten, je einen Samen enthaltenden Steinen. Das Fleisch ist mehlig; deshalb heißt die Pflanze in Norwegen Melbaer = Mehlbeere.[1]) Sie leuchtet aus dem Grün der ausdauernden, sich nicht verfärbenden Blätter prächtig heraus: ein Schauapparat durch Kontrastfarbe, als Anlockung für Vögel, welche die Beeren verzehren und die Steinkerne in den Exkrementen fallen lassen! Diese zweckmäßige Kontrastwirkung wird erst ins rechte Licht gerückt durch die Tatsache, daß die verwandte Alpenbärentraube im Herbst rote Blätter, dafür aber schwarze Steinfrüchte besitzt!

In den Alpen ist die gemeine Bärentraube oft Unterwuchs im Lärchenwald, so z. B. im heißen Wallis, wo sie unter anderem am Weg von Siders nach Chandolin ausgedehnte Teppiche bildet, mit dem starkduftenden Sevistrauch abwechselnd, oder im Lärchenwald der grajischen Alpen bis 1900 m;[2]) auch im Föhrenwald des Wallis häufig, ebenso bei Villards in den grajischen Alpen; oder sie überzieht als Bestandteil der „Geröll- und Felsenheiden" sonnige trockene Halden mit ihrem grünen Strauchrasen, z. B. an der Gadmenfluhe oberhalb Gadmen, Valle stretta am Mt Cenis bei 1700 m (Keller), oder mischt sich den andern immergrünen Ericaceenformationen bei, dem Rhodoretum, Callunetum, Ericetum oder Azaletum. Dagegen meidet sie, zum Unterschied von *Calluna* und *Loiseleuria*, wie *Erica* das Moor! Sie ist wie die *Erica* eine vorwiegend präalpine Pflanze, hat ihre Hauptverbreitung in der Coniferenzone und der unteren alpinen Region (im Calveisertal in St. Gallen bis 2400 m, am Piz Ot in Engadin bis 2760 m, Bergell 2160 m, Puschlav 2330 m, in Wallis bis 2300 m, grajische Alpen 1940 m), bewohnt aber auch die Vorberge in vereinzelten Kolonien, die als Glazialrelikte gelten (bei Winterthur, auf der Lägern).

Ihre Bodenansprüche werden sehr verschieden beurteilt: im Wallis ist sie nach Jaccard kalkliebend, ebenso in den bayrischen Alpen nach Sendner, während Contejean sie als kalkfliehend, Magnin und Lecoq als indifferent bezeichnen. Nach meinen Erfahrungen ist sie in den Schweizeralpen kalkliebend.

Ihrer Gesamtverbreitung nach ist sie eine boreal-circumpolare Art; sie kommt in der gesamten Arktis vor, als Bestandteil der Zwergstrauchtundra, und strahlt in allen Kontinenten weit nach Süden: in Amerika bis Pensylvanien und Neumexiko, in Asien bis zum Himalya und Kaukasus (2400—3000 m ü. M.), in Europa bewohnt sie Skan-

---

[1]) Weitere Volksnamen sind: Sandbeere, Wolfsbeere, Buchsbeere, wilder Buchs, Gummä, Rausch, Rauschgrauten; auf italienisch heißt sie: uva d'orso; auf romanisch: giaglüdas d'lain (Süs), farinarsa, gigludra d'crap (Oberengadin); im Bergell: gajüda, gajüda d'ors.

[2]) Keller, R., Vegetationsskizzen aus den grajischen Alpen. — Winterthur 1904.

dinavien, Island, Schottland, das nördliche Irland und England, Portugal, die Berge Spaniens, die Pyrenäen, das südliche gebirgige Frankreich, Deutschland; hier in den nordatlantischen und südbaltischen Regionen häufig als „Charakterpflanzen trockener sandiger Heiden, besonders Kiefernheiden, stellenweise kilometerweite Strecken den Boden dicht bedeckend; liebt einen lockeren nicht zu trockenen Sandboden, einen gewissen Windschutz und leichte Beschattung. Ein Exemplar vermag einen kreisförmigen Fleck von 3—4 m Durchmesser zu bedecken" (GRAEBNER); in Mittel- und Süddeutschland vereinzelt, auf dem ganzen Alpenzug, in Italien auf dem Appenin, auf den Karpathen, in den Balkanländern und im mittleren und südlichen Russland.

Also ein circumpolarer Tundrastrauch, eine norddeutsche und alpine Zwergstrauchheidepflanze nordischen Ursprungs, das ist die pflanzengeographische Signatur unserer Pflanzen.

§§ 7. **Die Alpenbärentraube.**

Arctostaphylos alpina Sprengel (= *Arctous alpina* (Sprgl.) Niedenzu).

Die Alpenbärentraube ist von ihrem immergrünen Gattungsgenossen durch die sommergrünen Blätter und die saftige (nicht mehlige) Steinfrucht so scharf verschieden, daß der amerikanische Botaniker ASA GRAY sich veranlaßt sah, aus dieser Spezies eine besondere Gattung zu machen, *Arctous*, die „Bärenpflanze."[1])

Auch hier haben wir es mit einem niederliegenden Zwergstrauch zu tun; ROSENTHAL konstatierte bei einem ca. 28jährigen Exemplar von 2300 m (oberhalb Samaden) eine mittlere Jahrringbreite von 0,054 bis 0,073 mm. KIHLMANN fand bei Orlow im russischen Lappland bei 67° NB. ein über 84jähriges Stämmchen von 14 mm Durchmesser und 0,085 m Jahrringbreite. Die Blätter sind im Gegensatz zu denjenigen der immergrünen Bärentraube dünnlaubig, fein netzadrig, von eigentümlichem Glanz[2]), am Rande feingesägt und langgewimpert (Fig. 53).

Das Schönste an dieser Pflanze ist ihre Herbstfärbung; es ist ein Rubinrot von einer Intensität, wie es eben nur die Alpensonne zustande

---

[1]) Die Kluft, welche die Alpenbärentraube von allen übrigen Arten der Gattung *Arctostaphylos* trennt, wird durch die ganz verschiedene Anatomie des Blattes noch erweitert (NIEDENZU). Die Deckhaare fehlen, die Cuticula ist dünn, die Gefäßbündel entbehren aller mechanischen Zellen, die Spaltöffnungen sind sehr einfach gebaut: alle diese Merkmale lassen nach NIEDENZU den „*Arctous*" als einen primitiven, älteren, einfachen Typus erscheinen gegenüber den anderen *Arctostaphylos*-Arten. Sie lassen sich aber auch anders auffassen, nämlich als Anpassungserscheinungen an die sommergrüne Natur des Blattes, welche keinen so starken Trockenheitsschutz verlangt (siehe weiter unten!).

[2]) Dieser charakteristische glasartige Schimmer rührt nach NIEDENZU von großen wasserspeichernden Oberhautzellen der Blattunterseite her.

zu bringen vermag; auch die zierlichen Winterknospen beteiligen sich an dieser Färbung. „Die herbstlich gefärbten Blätter dieser Pflanze zeigen überhaupt das schönste Rot, das an irgend einem Laubwerk im Herbst beobachtet wird, noch viel feuriger, als jenes der nordamerikanischen Reben und des Essigbaumes, und wenn das Laub dieser Bärentraube

Fig. 53.

Die Alpenbärentraube. (*Arctostaphylos alpina* Sprengel.)

Zweig eines großen Spalierstrauchs mit Herbstblättern. (Orig. Phot. nach getrockneten Material.)

auf einem Berggrat von den schief einfallenden Sonnenstrahlen durchleuchtet wird, so glaubt der tiefer untenstehende Beobachter Strontianflammen aus dem Boden züngeln zu sehen“, so besingt Kerner (Pflanzenleben I, S. 475) in seiner enthusiastischen Weise diese Färbung. Er macht an jener Stelle mit Recht auf die Pracht des Alpenherbstes aufmerksam, „von der die sommerlichen Besucher und Bewunderer der Alpenwelt kaum eine annähernde Vorstellung sich zu machen imstande sind.“

Eine besonders reiche und besonders schön herbstlich gefärbte Zwergstrauchheide beobachtete ich im September 1893 am Fuße der Sulzfluh bei St. Antönien.

Kalkblöcke von allen Größen liegen über- und nebeneinander, dazwischen mischt sich feiner Grus und schwarzer Humus; alles, besonders aber die Blöcke, überzieht ein dichtgewobener Teppich eines Zwergbuschwaldes, der an Reichtum der Arten und an malerischer Wirkung seiner herbstlichen Farbenpracht

seinesgleichen sucht! Im September, an einem jener unvergleichlich klaren Tage, wie sie eben nur dieser Monat bietet, muß man diese Herrlichkeit schauen!

Von weitem erscheint das ganze Revier in ein kräftiges Braunrot gehüllt, aus dem die weißen Skelette unverhüllter Blöcke blendend hervorleuchten. In der Nähe aber löst sich das Bild in reizvolle Einzelgruppen voll Mannigfaltigkeit auf.

Den Grundton bildet das Grau des Kalkgesteins, scharf gegen das Kohlschwarz des Heidehumus sich abhebend. Die Renntierflechte untermalt die Erikaceenbestände mit trübem Weiß; darüber streut die Heidelbeere das Rubinrot, die Moorbeere den trüben Purpur ihrer Herbstblätter. Auf graubraun benadelten Zweigen sitzen reihenweise schon die bleichen Knospen der Schneeheide, einen ahnungsvollen Frühlingsjauchzer unter das wehmütige Herbstlied mischend. Braungrüne Teppiche breitet die Alpenazalee; rostrote Blätter lösen sich sterbend von den Zweigen der Eberesche und der Weiden; auf leuchtend gelbem Blattgrund heben sich prächtig die bereiften Beeren des blaufrüchtigen Geisblattes ab. In dunklem Grün erglänzen die derben Blätter der rostroten Alpenrose und der Rauschbeere. Wie Schlangen kriechen in phantastischen Windungen die plattgedrückten altersgrauen Stämme hundertjähriger Zwergwachholder über die Felsen, in einen gelbgrünen Nadelbusch endigend. Aus den Spalten senkrechter Blockwände quillt das grauliche Zweigwerk des Zwergfaulbaums, in knorrigen Krümmungen dem Felsen fest sich anschmiegend.

Alles andere aber überstrahlt siegreich die Alpenbärentraube durch die innerliche Glut ihrer leuchtend roten Herbstblätter: wie schön gefranste rote Teppiche sind ihre langen schlaffen Triebe über die Felsen hingeworfen; zwischen den Blättern schimmern glänzend schwarz die kirschgroßen Früchte.

Den Grasboden zwischen den Blöcken bedeckt eine lückenhafte *Nardus*-weide, abwechselnd mit beinahe reinen Beständen der *Alchimilla alpina* L. var. *Hoppeana* Willd, der Kalkform des Alpentaumantels.

Es möge hier ein vollständiges Verzeichnis der Flora dieser Zwergstrauchheide des Blockreviers der Sulzfluh-Ganda bei St. Antönien folgend, bei 2050—2100 m an schwach geneigter Südhalde liegend, und durch seinen besonderen Reichtum an alpinen Sträuchern sich auszeichnend (21 Arten!).

Holzpflanzen: *Rhododendron ferrugineum*, *Rh. hirsutum*, *Rh. intermedium*, *Loiseleuria*, *Arctostaphylos alpina*, *Erica carnea*, *Calluna*, *Vaccinium Myrtillus*, *uliginosum* und *vitis idaea*, *Salix retusa*, *hastata*, *reticulata* und *Waldsteiniana*, *Juniperus nana*, *Empetrum nigrum*, *Daphne striata*, *Dryas octopetala*, *Sorbus chamaemespilus*, *Rhamnus pumila*, *Lonicera coerulea*, [*Picea excelsa*, kleiner Fichtensämling, 2 cm hoch, bei 2050 m in einer Spalte eines Felsblocks!].

Gramineen: *Nardus stricta*, *Sesleria coerulea*, *Anthoxantum odoratum*, *Agrostis rupestris*, *Festuca rupicaprina*, *F. Scheuchzeri*, *Poa alpina*, *Calamagrostis tenella*, *C. Halleriana*, *Deschampsia flexuosa*.

Cyperaceen: *Carex firma*, *sempervirens*, *capillaris*, *nigra*, *ornithopoda*, *ferruginea*.

Juncaceen: *Lucula maxima*.

Compositen: *Cirsium spinosissimum*, *Homogyne alpina*, *Hieracium piliferum*, *Carlina acaulis*, *Solidago virgaurea*, *var. alpestris*, *Bellidiastrum Michelii*; Ranunculaceen: *Ranunculus alpestris*, *Aconitum Napellus*.

Übrige Familien: *Kernera saxatilis*, *Hutschinsia alpina*, *Biscutella laevigata*, *Alsine verna*, *Viola biflora*, *Alchimilla Hoppeana*, *Geum montanum*, *Potentella aurea* und *tormentilla*, *Polygonum viviparum*, *Saxifraga aizoon*, *Solda-*

nella pusilla, Galium anisophyllum, Scabiosa lucida, Valeriana montana, Campanula Scheuchzeri, Bartsia alpina, Veronica aphylla.

Farnkräuter: *Asplenum viride* und *ruta muraria, Aspidium lonchitis, Selaginella spinulosa.*

Die Blätter der sommergrünen Alpenbärentraube entbehren im Gegensatz zu der immergrünen Bärentraube jeglichen Transpirationsschutzes! Die Cuticula ist viel dünner als bei dieser, das Blatt hat eine dünnlaubige Konsistenz. Sie braucht diesen Schutz weniger, denn sie sucht eher die feuchten Nordhänge auf und hat in den Zeiten der größten Vertrocknungsgefahr noch kaum entwickelte Blätter. Der stärkere Wasserstrom spricht sich, wie Rosenthal a. a. O. gezeigt hat, auch in dem gut ausgebildeten Wasserleitungssystem des Holzkörpers aus. Während bei *A. alpina* die wasserleitenden Elemente 26,2 bis 29,3 $^0/_0$ des gesamten Holzes ausmachen, sind es bei *A. uva ursi* nur 20,3—22,1 $^0/_0$.

Die Blüten erscheinen auch hier im ersten Alpenfrühling am Ende der Triebe in kleinen Trauben; es sind schneeweiße, zarte, durchsichtige Glöckchen; ihre Blüteneinrichtung ist in den Alpen bisher nicht beobachtet worden (zur Notiz für die Frühlingswanderer in den Alpen!), wohl aber im hohen Norden. Wir lassen hier die Beschreibung derselben nach Warming folgen (Fig. 54).[1])

Die hängenden eiförmigen, 5—6 mm langen Blüten sind in Grönland nach Warming homogam (also mit gleichzeitiger Entwicklung der Staubbeutel und Narbe) oder schwach protogyn (Fig. 54, 4—6). Die Art blüht hier schon sehr frühzeitig in der Nähe der Schnee- und Eisfelder und trägt auch sehr reichlich Frucht. Sie neigt stark zur Selbsbestäubung, indem der Blütenstaub sehr leicht auf die unter den Antheren stehende große klebrige Narbe fällt, die sich schon kurz nach der Blütenöffnung mit Pollen belegt findet (Fig. 54, 4). Das Herausfallen des letzteren wird durch die enge Kronmündung und die in derselben sitzenden Haare verhindert (Fig. 54, 7). Die Anhängsel der Staubbeutel sind hier schwächer ausgebildet als bei der vorigen Art; sie fehlen den grönländischen Pflanzen bisweilen sogar gänzlich (siehe Fig. 54, 7, 9, 10).

Unser Strauch ist viel ausgesprochener alpin als sein Gattungsgenosse: er steigt als Bewohner der Felsenheide an schattigen Hängen nicht unter 1600 m im Wallis, nicht unter 1800 m im Säntis- und Curfirstengebiet, und geht bis weit über die Baumgrenze (2000 m in St. Gallen und Appenzell, 2400 m im Wallis, 2640 m in Graubünden, am Hochgrätli in Avers; in den bayrischen Alpen bewohnt er die Region von 1690—2112 m).

---

[1]) Knuth, Handbuch d. Blütenbiologie, Leipzig 1899 Bd. II Teil 2 S. 35.

Seine Gesamtverbreitung weist ihm dieselbe Stellung an wie der immergrünen Bärentraube; er ist boreal-circumpolar verbreitet (West-

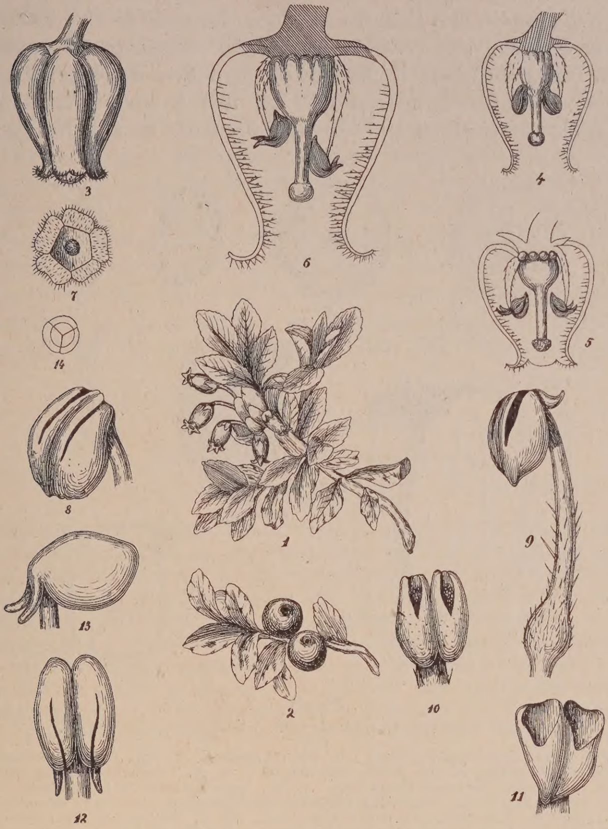


Fig. 54.

Die Alpenbärentraube.

Arctostaphylos alpina Sprengel (= *Arctous alpina* (Sprgl.) Niedenzu).

1. $(^{1}/_{1})$. Blühender Zweig. 2. $(^{1}/_{1})$. Fruchtzweig mit den schwarzen glänzenden Früchten. 3. $(^{4}/_{1})$. Blüte in nat. Lage. 4. $(^{4}/_{1})$. Längsschnitt durch dieselbe; am Grunde des Fruchtknotens die Honigdrüsen; an den Staubbeuteln fehlen die Anhängsel völlig; der Pollen ist bereits aus den Staubbeuteln herausgefallen, obwohl diese eben erst geöffnet sind. 5. $(^{4}/_{1})$. Längsschnitt durch eine Blüte mit langem Griffel, und mit Anhängseln an den Antheren. 6. $(^{8}/_{1})$. Längsschnitt durch eine Blüte mit ziemlich kurzem Griffel. 7. $(^{10}/_{1})$. Saum und Eingangsöffnung der Blume von oben; in der Mitte sieht man die viel tiefer liegende Narbe; die Breite des Saumes beträgt ca. 2,5 mm, die Mündungsweite 1 mm. 8. $(^{20}/_{1})$. Anthere aus der Blüte Nr. 4: Anhängsel fehlen. 9. $(20/_{1})$. Staubgefäß mit Anhängseln. 10. u. 11. $(^{20}/_{1})$. Antheren ohne Anhängsel, mit weit herabgreifenden Porus sich öffnend. 12. $(^{20}/_{1})$. Staubbeutel in der Knospe: die Anhängsel und die Öffnungsspalte noch nach unten gerichtet. 13. $(^{20}/_{1})$. Staubbeutel in beginnender Umkippung. 14. $(^{150}/_{1})$. Pollentetrade. (1. u. 2. nach L. S., alles andere nach Warmings Untersuchungen an grönländ. Exemplaren.)

grönland, Ostgrönland, ganz Sibirien, ganzes arktisch-boreales Nordamerika, auf den Rocky Mountains und südlich bis zu den „weißen Bergen“ in New-Hampshire bis 44° NB.), im extraarktischen Asien im Altai, Baikalgebiet und Dahurien, auf den Gebirgen des nördlichen und mittleren Nippon, und im Thianschan, hier als einziger Vertreter der Gruppe der *Arbutoïdeen*; in Europa im nördlichen Rußland, Finnland, Lappland, Nordschweden (vom 61° an) und Norwegen (dort überall verbreitet in den Gebirgen von 784—1586 m ü. M., bis zum Nordkap und

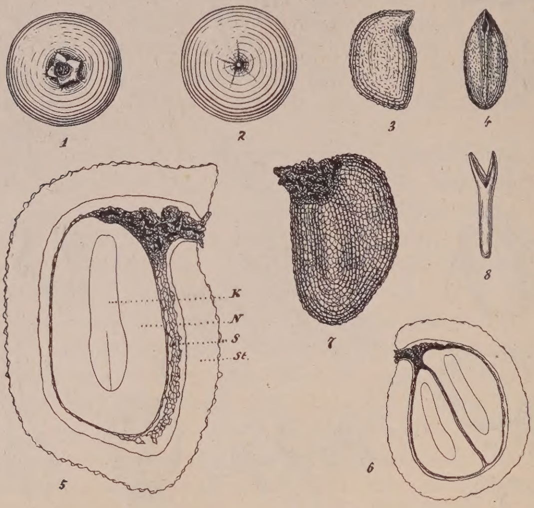


Fig. 55.

Frucht und Same der Alpenbärentraube. (*Arctostaphylos alpina* Sprgl.)

1. ($^{2,5}/_1$). Ganze Steinfrucht von unten, mit dem Fruchtkelch. 2. ($^{2,5}/_1$). Dieselbe von oben. 3. ($^5/_1$). Ein Steinkern aus der Frucht, von der Seite. 4. ($^5/_1$). Derselbe von der innern Kante aus gesehen, oben mit einem Loch. 5. ($^5/_1$). Der Steinkern im Längsschnitt. Die Wand des Steinkerns (St.) zeigt oben ein Loch, welches durch den dicken Samenstrang verschlossen ist; dort dringt bei der Quellung wohl das zu derselben nötige Wasser ein und wächst bei der Keimung das Würzelchen heraus. S = Samenschale, N = Nährgewebe, K = Keimling. 6. ($^{10}/_1$). Abnormer Steinkern mit 2 Samen, im Längschnitt. 7. ($^{12,5}/_1$). Same. 8. ($^{12,5}/_1$). Keimling. (Nach Natur von E. Stauffer.)

Varanger, an der Westküste bis zur Meeresküste hinab; die Pflanze heißt in Norwegen Schneehuhnbeere (Rypebaer), Rabenbeere (Ravnebaer), Bärenbeere (Björnebaer), Pferdebeere (Hestebaer); ihre Früchte werden von den Eskimos gegessen;[1]) ferner in Jütland, Island, Schottland, auf den

[1]) In der Schweiz heißt sie „Griffle“ (Goms in Wallis), Galopstaude oder Garlobstaude.

Pyrenäen (fehlt aber der Sierra Nevada Spaniens!), dem Jura, dem ganzen Alpenzug, den Abruzzen, dem Appenin, den Karpathen, auf dem Vranica-Gebirge in Bosnien, Montenegro; sie fehlt aber im Kaukasus und Himalaya.

Nach ihrer jetzigen Verbreitung gehört die Alpenbärentraube zu der „geographischen“ Gruppe der arktisch-altaischen Elemente von Frl. Jerosch (in der Arktis und im Altai verbreitet); nach ihrer Ausbreitungsfähigkeit während der Herrschaft eiszeitlicher Bedingungen zu den „Glacialpflanzen“ Englers, der ihren Ausgangspunkt in Ostasien vermutet; nach ihrer Herkunft zu der „arktisch-circumpolaren“ Gruppe Niedenzus, durch identische Arten in weit entlegenen Ländermassen und daher wahrscheinlich arktischen Ursprung ausgezeichnet, was auch die Ansicht Hookers ist; Christ leitet sie mit der gesamten arktisch-alpinen Gruppe aus dem Altai her. Die Pflanze fehlt den Mooren, der Niederungs- und der subalpinen Heide gänzlich, ist aber fossil in Ablagerungen der Gletscherzeit in Schweden und Dänemark gefunden worden.

§§ 8. **Die Vaccinien.**

(Preißel-, Moor- und Heidelbeere.)

Vaccinium vitis idaea L., *uliginosum* L. und *myrtillus* L.

Von allen bisher besprochenen *Ericaceen* unterscheiden sich die *Vaccinien* durch ihre unterständige, von dem Kelchrand in Form eines Ringes gekrönte Beerenfrucht. Die Gattung *Vaccinium* umfaßt etwa 100 Arten von weiter Verbreitung in den arktischen, gemäßigten und subtropischen Floren der nördlichen Hemisphäre; sie erstrecken sich in die Bergländer der Tropenfloren in Indien, dem malayischen Archipel, Madagaskar, Sandwichinseln und Anden; die Gattung fehlt aber der südlichen Hemisphäre und den tropischen Niederungen (Drude). Es ist also ein nordisches und Gebirgsgeschlecht, von circumpolar-arktischem Ursprung (Niedenzu), in unseren drei Arten Bewohner der Tundra, des Hochmoors, des Waldhumus und der Zwergstrauchheide der Niederung und der Hochgebirge.

§§§ 1. **Die Preißelbeere.**

(*Vaccinium vitis idaea* L.)

Die Preißelbeere ist die einzige immergrüne unserer Vaccinien. Es ist ein niedriges, spärlich verzweigtes Sträuchlein mit unterirdischen schuppig beblätterten Ausläufern, auf denen die oberirdischen Sprosse reihenweise entspringen.

Unter besonderen Umständen verwandeln sich auch diese in beschuppte Ausläufer: wenn sie nämlich durch einen modernden Baumstrunk in die Höhe dringen. Im Alpenwald sieht man öfters auf der Schnittfläche halbzerfallener Stümpfe reihenweise zwischen Rinde und Holz die grünen Preißelbeerstauden sprießen, als ob sie dort aufgekeimt wären. Untersucht man die Sache näher,

so kann man die Sprosse bis zum Boden verfolgen, wo sie einem Ausläufer aufsitzen. Soweit sie sich, trotz ihrer zarten Spitzen, den Weg durch den modernden Mull des Strunkes gebahnt haben, sind sie rötlich gefärbt, mit lichtverlangend gestreckten Sproßgliedern und reduzierten, weil funktionslosen Schuppenblättern versehen: sobald sie an's Licht gelangen, färben sie sich grün und erzeugen an kurzen Gliedern ihre dicklichen Blätter. Solche Sprosse können vom Grunde an durch die „Vergeilung" bis über einen Meter lang werden, während sie am Licht nur 1—3 dm lang sind (siehe Fig. 56).

Fig. 56.

Ein Preißelbeerstock,
welcher durch einen vermoderten Arvenstrunk gewachsen war, in $^1/_{15}$ nat. Gr.

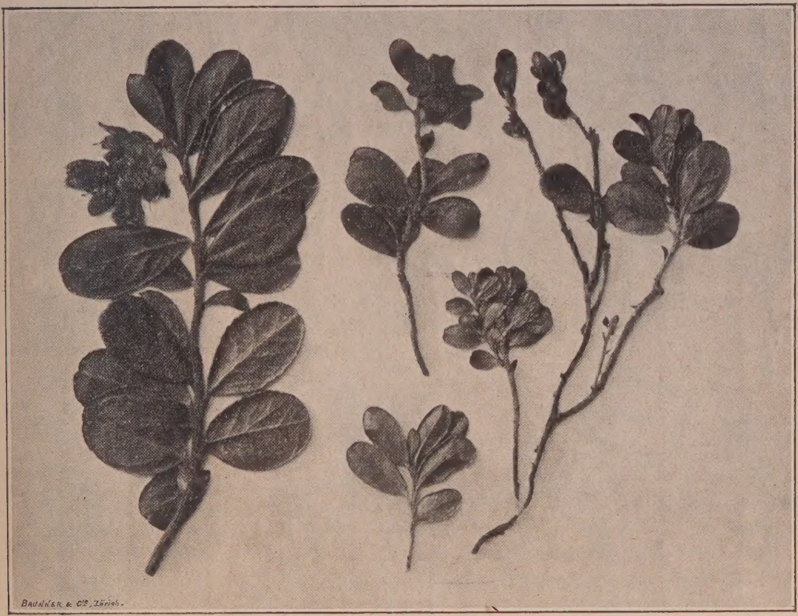
Die von dem horizontalen Ausläufer entspringenden Sprosse sind z. T. wieder in durch das Holz nach oben dringende Ausläufer verwandelt. (Org. Phot. nach getrocknetem Material vom Scarltal.)

Die Dimensionen von Sproß und Blatt variieren in weiten Grenzen (siehe Fig. 57).

Die Äste sind rundlich und flaumigfilzig, die Blätter kurzgestielt, dick, lederartig, ganzrandig, am Rande nach unten eingerollt, oberseits dunkelgrün, ohne Spaltöffnungen, unterseits bleichgrün und mit zerstreuten braungefärbten keuligen Drüsen besetzt, durch welche das Blatt braun punktiert erscheint (siehe Fig. 30, 7 S. 101). Das Blatt ist also deutlich an Transpirationsschutz angepaßt; die dicke Cuticula, die lederartige Konsistenz (die gleichzeitig auch gegen Fraß schützt), dann auch der „Randbast" (der der Heidelbeere und Moorbeere fehlt!) und endlich die Drüsen, die nach Kerner durch Ausscheidung eines hygroskopischen Secrets als Wassersammler fungieren: das sind alles „xerophytische" Anpassungen.[1])

[1]) Die Preißelbeere war die einzige Pflanze, bei der Wagner mit der Höhe über Meer keine Zunahme des Palissadengewebes, sondern sogar eine Abnahme bemerkte. Wie diese Anomalie zu erklären ist, bleibt dahingestellt.

Die Preißelbeere ist wenigstens in ihren tiefergelegenen Standorten durch eine seltene biologische Eigentümlichkeit ausgezeichnet: sie blüht regelmäßig zweimal im Jahr! Zuerst im Mai, mit Fruchtreife im August, und dann



A D B C

Fig. 57.

Preißelbeerzweige von verschiedenen Standorten in nat. Größe. (*Vaccinium vitis idaea* L.)

A. Großblättrige Normalform montaner Standorte, vom Albis bei Zürich bei ca. 600 m ü. M. B. Alpine Form mit kleinern Blättern vom Jägglishorn bei St. Antönien, Kt. Graubünden bei 2300 m. C. Nivale Form mit z. T. ganz reduzierten Blättern, vom höchsten, bis jetzt bekannten Standort in den Alpen, am Piz Forun, N. Piz Kesch im Albulagebiet, bei 3040 m in Südexposition auf Gneiss im September 1903 von J. Braun-Chur gefunden (steril). Die Pflanze gleicht durchaus der arktischen Zwergform D. D. var. *pumilum* Hornemann, die kleinblättrige arktische Zwergform von Lulea Lappland leg. Anderson. (Orig. Phot. nach getrocknetem Material.)

noch ein zweites Mal im August, mit Fruchtreife im Oktober. Wir können also im August gleichzeitig Blüten und Früchte an demselben Sproß finden. — In höheren Lagen fällt die zweite Blüte fort.

Die Blüten, Fig. 58, 1, 2, 3, entspringen aus blattlosen Knospen am Ende der Triebe in kleinen, überhängenden, vielblütigen Trauben. Die weiße oder etwas rosa überhauchte Blumenglocke ist weit geöffnet und etwas überhängend, wodurch der Honig vor Regen geschützt ist; der

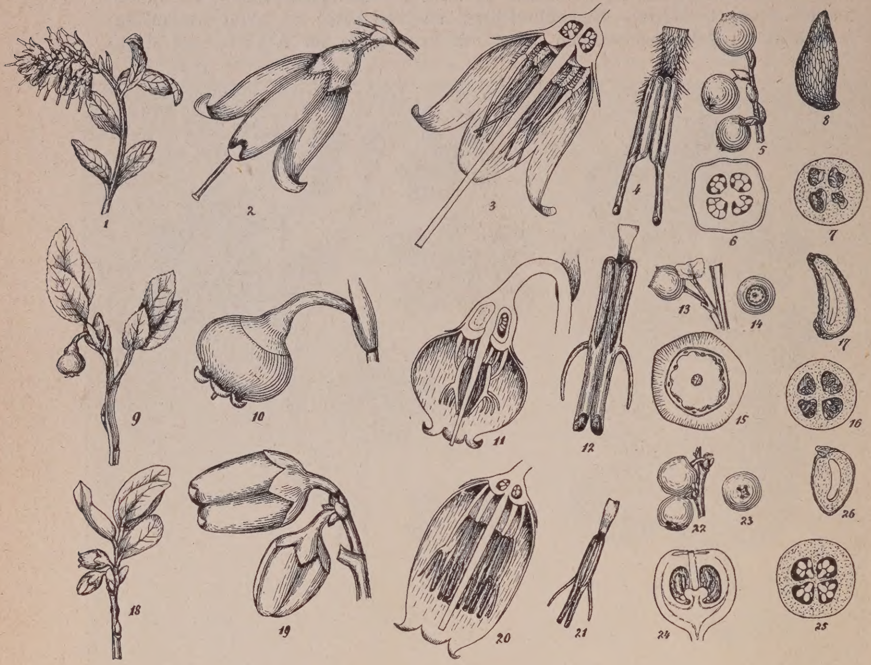


Fig. 58.

Die drei Vaccinien.

1.—8. *Vaccinium vitis idaea*, die Preißelbeere; 9.—17. *Vacc. myrtillus*, die Heidelbeere; 18.—26. *Vacc. uliginosum*, die Moorbeere.

Preißelbeere: 1. (1/1). Blühender Zweig. 2. (5/1). Blüte in der häufigsten, hängenden Lage. 3. (5/1). Längsschnitt durch dieselbe: Griffel weit herausragend; Staubbeutel ohne besondere Anhängsel, weil die verlängerten Enden derselben selbst den „Schüttelapparat" bilden; Staubfäden mit langen Haaren als Honigschutz; Grund der Blüte als honigabsondernde Drüsenscheibe entwickelt; Fruchtknoten unterständig. 4. (5/1). Staubgefäß in hängender Lage; die Staubbeutelhälften lang vorgezogen, am Ende mit Porus sich öffnend. 5. (1/1). Beeren. 6. (10/1). Querschnitt durch den Fruchtknoten. 7. (1/1). Querschnitt durch die Frucht. 8. (20/1). Same.

Heidelbeere: 9. (1/1). Blühender Zweig. 10. (5/1). Einzelblüte in der natürl. hängenden Lage. 11. (5/1). Dieselbe im Längsschnitt: Blüteneingang verengert, Narbe vorragend, Staubgefäße mit ausgespreizten Rückenspornen, als Schüttelapparate fungierend; Haare fehlen; Blütengrund honigabsondernd, Fruchtknoten unterständig. 12. (8/1). Staubgefäß, in hängender Lage. 13. (1/1). Beere. 14. (1/1). Dieselbe von oben. 15. (5/1). Blütengrund und Stempel, von oben gesehen; am Grunde in Ausbuchtungen der Honigscheibe die Anheftungspunkte der 10 Staubgefäße. 16. (1/1). Frucht im Querschnitt. 17. (20/1). Same im Längsschnitt.

Moorbeere: 18. Blühender Zweig. 19. (5/1). Eine offene Blüte (oben) und eine Knospe. 20. (5/1). Blüte in natürlicher hängender Lage im Längsschnitt: Blüteneingang 3 mm weit, Narbe eingeschlossen, Staubgefäße ohne Haare, aber mit Schüttelapparat. 21. (5/1). Staubgefäß in hängender Lage. 22. (1/1). Beeren. 23. (1/1). Beere von oben. 24. (2/1). Junge Frucht im Längschnitt. 25. (2/1). Dieselbe im Querschnitt. 26. (20/1). Same im Längsschnitt mit Keimling und Nährgewebe.

(Original von E. Stauffer.)

Honig wird durch eine gelbe Scheibe abgesondert, die den Grund der Blütenschale bildet (Fig. 58, 3). Die dicht rings herumstehenden zehn Staubgefäße verdecken aber mit ihren stark behaarten Fäden den Zugang zum Nektar; sie halten kleine kriechende Honigräuber ab, lassen aber den Rüssel größerer Insekten, namentlich Bienen und Hummeln, leicht zwischen den den Griffel umgebenden langen Staubbeuteln eindringen. Dabei fällt aus den Gipfelporen derselben (Fig. 58, 4) ein Teil der losen glatten Pollentetraden auf den Rüssel. Daß dabei die Narbe der eigenen Blüte nicht bestäubt wird, dafür ist durch die Lage derselben genügend gesorgt; es wird also auch hier vorzugsweise Fremdbestäubung stattfinden.

Auch hier finden sich mancherlei Varianten der Blütenanpassungen in dem ausgedehnten Verbreitungsbezirk der Pflanze. Müller fand in Thüringen die Pflanze homogam, Warnstorf in Brandenburg dagegen protogyn; der Griffel ist nach ihm bald so lang wie die Staubblätter, bald so lang wie die Krone, bald weit herausragend; auch fand er Blüten mit fehlgeschlagenem Stempel, also männliche. Warming untersuchte die arktische Zwergform (var. *pumilum* Hornemann) auf Grönland (Fig. 57, D): er fand die Blüten bisweilen nur halb so groß als bei der Hauptform, Staubbeutel und Narbe dabei auf gleicher Höhe, so daß leicht Selbstbestäubung entstehen kann: also auch hier wieder, wie vielfach anderwärts, im insektenarmen Norden Anpassung an Selbstbestäubung.

Die weitere Verfolgung dieser „ökologischen Varianten" wäre eine dankbare Aufgabe für die Alpenbotaniker; solche Abänderungen in der Blütenanpassung zeigen uns den Beginn des Weges zur Ausbildung stärker verschiedener Varietäten.

Die Anhängsel auf dem Rücken der Staubbeutel, die bei den andern Vaccinien als Schüttelapparat dienen, fehlen hier; sie sind überflüssig, weil der honigsuchende Rüssel an die gabelförmig auseinandertretenden Beutelenden selbst anstoßen muß. Ob Selbstbestäubung eintritt bei ausbleibendem Insektenbesuch, bleibt zu untersuchen, ist aber nicht wahrscheinlich.

Die intensiv rot gefärbte Beere schimmert hell aus dem immer grün bleibenden Laub heraus; auch hier Anlockung fressender Tiere durch Kontrastfarben, wie bei den schwarzen Heidelbeeren zwischen rötlichen, den hechtblauen Moorbeeren zwischen dunkelvioletten Herbstblättern. Das Schneehuhn stellt ihnen eifrig nach; im Magen von in den Alpen geschossenen Schneehühnern fand man neben den Bulbillen des lebendiggebärenden Knöterichs (*Polygonum viviparum*) stets Massen von Preißelbeerenresten! Auch der Auerhahn, das Birkhuhn und das Haselhuhn fressen Beeren und tragen so zur Verbreitung der Pflanze bei. Das Sammeln der Beeren liefert unsern Älplern eine lohnende Nebenbeschäftigung.[1]) Weiße Beeren (Albinos) als Varietät sind selten;

[1]) Die auffallende und gesuchte Pflanze erfreut sich zahlreicher Volksnamen; sie heißt in der Schweiz (nach Stebler): Rifeli, Riffli (Spiez), Griffle

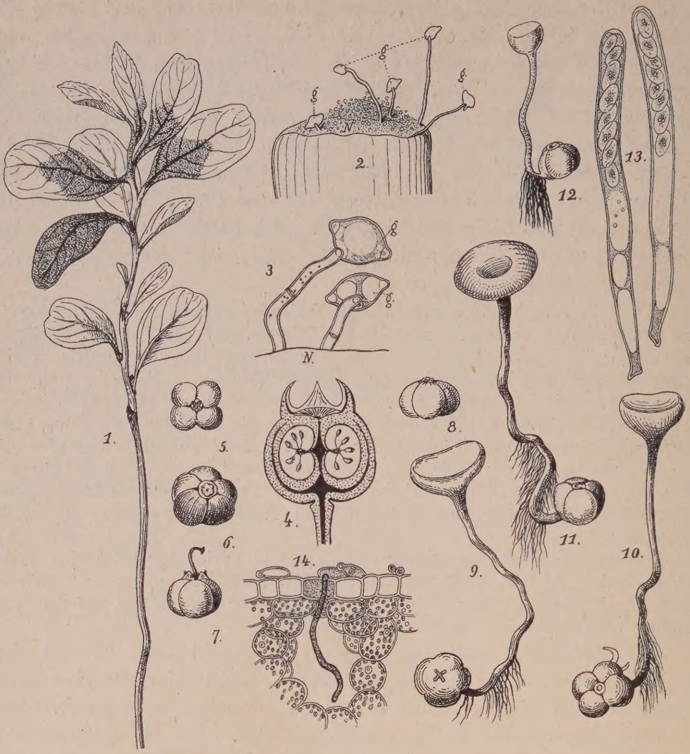


Fig. 59.

Die Sclerotien-Krankheit der Preißelbeeren.
(*Sclerotinia Vaccinii* Woronin, Familie der Scheibenpilze.)

1. ($^1/_1$). Erkranktes Preißelbeerpflänzchen mit der Staubsporenform (Conidienform) des Pilzes. Der Stengel ist stellenweise schneeweiß, von einem feinen mehlartigen Sporenstaub des Pilzes bedeckt. Einzelne Blätter beginnen abzusterben, was durch eine Bräunung angezeigt wird (die dunklern Stellen!). 2. ($^{45}/_1$). Die Staubsporen (g) (Conidien, oder nach neuerer Terminologie als Chlamydosporen bezeichnet), von Insekten oder den Wind auf die Narbe (N) der Preißelbeerenblüte gebracht, keimen hier, wie Pollenkörner; die Keimschläuche dringen wie Pollenschläuche in die Narbe und durch den Griffel in den Fruchtknoten ein. 3. ($^{260}/_1$). Zwei solcher ausgekeimter Staubsporen (g) in starker Vergrößerung. 4. ($^2/_1$). Längsschnitt durch eine junge angesteckte Preißelbeere, im Beginn der „Mumifizierung" durch den Pilz: die ganze Fruchthöhlung ist durch ein schneeweißes Pilzgewebe erfüllt, in welchem die verkümmerten Samen liegen; die Fruchtwandung beginnt sich zu bräunen. 5.—8. ($^1/_1$). Reife „Hartfrüchte" oder Sclerotien: braune, harte Massen, ganz aus Pilzgewebe gebildet, das die Gewebe der Frucht völlig ersetzt („Pseudomorphose"); sie stellen ein Dauerstadium des Pilzes dar. 9.—12. ($^1/_1$). Im Frühling (Mai) ausgetriebene Sclerotien; sie erzeugen auf langem Stiel eine becherförmige „Schlauchfrucht", auf deren Oberfläche in langen Schläuchen (13.) die Schlauchsporen" oder „Ascosporen" erzeugt werden. 13. ($^{260}/_1$). Zwei Schläuche (asci) aus den in 9.—12. dargestellten Schlauchfrüchten, mit je 8 eiförmigen Schlauchsporen. 14. ($^{260}/_1$). Die Infektion neuer Preißelbeerpflanzen durch die Schlauchsporen, welche Keimfäden erzeugen, die die Oberhautzellen durchbohren und so ins Innere des ganz jungen Blattes und von dort in den Stengel eindringen. Damit haben wir wieder das in 1. dargestellte Krankheitsstadium und der Kreislauf beginnt von Neuem. (Alles nach Woronin.)

ebenso eine pathologische Veränderung, eine Mumifizierung der dann braun und hart erscheinenden Beeren durch die Fäden eines Pilzes (*Sclerotinia Vaccinii* Woronin.) (Fig. 59).

Interessant ist die Art und Weise, wie dieser Pilz in die Frucht gelangt; er entwickelt zuerst an den Trieben eine erste Sporenform, feine staubförmige Fortpflanzungszellen von angenehmem Mandelduft (Fig. 59, 1). Von diesem angelockte Insekten übertragen dann die Sporen auf die Narben der Blüten, wie es sonst mit dem Blütenstaub geschieht. Die Sporen keimen auf der Narbe (Fig. 59, 2), die Keimfäden dringen in den Fruchtknoten ein und derselbe entwickelt sich statt zur Frucht zu einem harten braunen Dauerstadium des Pilzes (Fig. 59, 4—8), aus dem im kommenden Frühjahr an langem Stiel eine kleine Fruchtscheibe entsprießt, die in kleinen Schläuchen zahllose Schlauchsporen bildet (Fig. 59, 9—13). Diese infizieren wieder die jungen Blätter und Triebe (Fig. 59, 14) und das Spiel beginnt von neuem.[1])

Zwei sehr auffallende Pilzgallen bilden sich an den Stengeln der Preißelbeere. Die eine rührt von einem Rostpilz her (*Calyptospora Goeppertiana* Kühn); er bewirkt eine starke Anschwellung der Rinde an den befallenen Stellen (siehe Fig. 60), so daß die sich bräunenden Triebe bis Gänsekieldicke erreichen. In der Oberhaut entstehen die Sporen (Teleutosporen), welche durch ihre Sporidien entweder wieder die Preißelbeere infizieren, oder aber auf den Nadeln der Weißtanne eine andere, becherförmige Sporenfrucht erzeugen (*Aecidium columnare* Alb. et Schw.).

Die zweite noch auffallendere Galle rührt von demselben Pilze her, der an der Heidelbeere und Moorbeere auftritt, verwandt mit dem Pilz der Alpenrosenäpfel: von *Exobasidium Vaccinii* Woronin. Die Erscheinungen sind folgende: fleischige Anschwellung des rosenrot gefärbten Stengels, Verkrümmung der besonders oberseits intensiv rot gefärbten Blätter. Die Unterseite derselben schwillt schwammig an und sieht aus, als ob sie mit Mehl bestäubt wäre, durch die dort gebildeten staubfreien Sporen. Außerdem werden an dem befallenen Sproß durch den Reiz des Pilzes in den Blattachseln die Knospen vorzeitig entwickelt,

---

(Praettigau), Heibeeri (Engi, Kt. Glarus), Buchsbeeri, Bergbuchs, Fluhbuchs, wilder Buchs, Fuchsbeere, Budlergreifeln, Grippli, Budertschi, Ruschbeeri, Surbeeri, Speckbeeri, Schmalzbeeri, Chrützbeeri, Prüßelbeeri, Brüschbeeri, Rippeli u. s. f.; französisch: Airelle rouge, Airelle ponctuée; im Tessin: Perett, Peretta, Bagola, Galiardo, vite idea, vite di monte; im Veltlin: gajuda; romanisch (nach Geiger): gialüdes (Sent), gialüdas, jalüdas (Obtasna), gianüclas (Schleins, Remüs), gagludra (Oberengadin), frinna, bassada, cagüa garudels, gajüda (Bergell).

[1]) Vgl. die Abhandlung von Woronin, Über die Sclerotienkrankheit der Vaccinien-Beeren in den Mémoiren der Academie in St. Petersburg 1888. Bd. XXXVI Nr. 6.

in Form kleiner Rosetten aus roten verkrümmten Blättchen, die wie gefüllte Blüten aussehen.

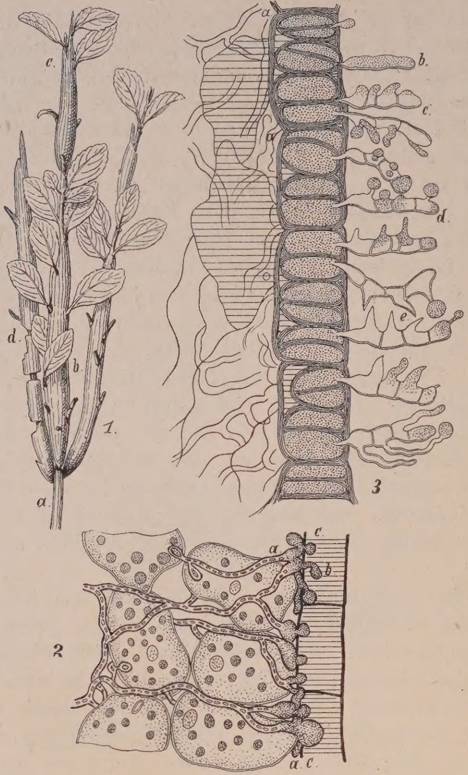


Fig. 60.

Die Rindenpilzgalle der Preißelbeere

(erzeugt durch den Rostpilz *Calyptospora Goeppertiana* Kühn).

1. ($^1/_1$). Ein befallener Trieb, durch den Reiz der in der Rinde wuchernden und dort perennierenden Pilzfäden stark angeschwollen, erst rötlich, dann braun gefärbt. 2. ($^{100}/_1$). Rinden- und Oberhautzellen eines befallenen Zweiges, von Pilzfäden durchwuchert; diese durchbohren die Innenwandungen der Oberhautzellen und dringen in dieselben ein (a, b, c), als Anfang der Sporenbildung. 3. ($^{100}/_1$). Fertiges Sporen („Teleutosporen") -Lager in der Epidermis; die Telentosporen haben ausgekeimt, die „Promycelien" b, c, d erzeugt und an diesen die kleinen Sporidien abgeschnürt; diese fallen ab, werden durch den Wind vertragen und infizieren neue Preißelbeerpflanzen, oder die Weißtannennadeln (n. Hartig).

Die Preißelbeere hält sich in der alpinen Region teils an die Legföhren- und Alpenerlenbestände, teils an die Zwergstrauchheide, wo sie mit der *Azalea* bis zu großen Höhen ansteigt; bayr. Alpen 2274,

im Salzburgischen bis 1949 m, in St. Gallen und Appenzell bis 2200 m, im Wallis bis 2300 m, im Bergell bis 2360 m, im Puschlav bis 2450 m (Brockmann), im Albulagebiet, Kt. Graubünden bis 3040 m (Piz Forun, nach J. Braun, höchstens bis jetzt konstatiertes Vorkommen! siehe Fig. 56, C). Auch wo die Alpenheide sich der Nardusweide beigesellt, treffen wir die Preißelbeeren; besonders auch um die Zwergwachholderbüsche. Hier tritt sie als alpwirtschaftlicher Schädling, als Weideunkraut auf, der ähnlich vertrieben wird, wie die andern *Ericaceen.*

In der Coniferenzone tritt sie als Begleiterin der Birken-, Kiefern-, Fichten-, Lärchen- und Arvenwälder auf und besiedelt die Hochmoore.

Sie hat in den Alpen eine deutliche untere Grenze, die ungefähr mit der unteren Nadelwaldgrenze zusammenfällt; auf Hochmooren geht sie auch tiefer.

In ihrer Allgemeinverbreitung zeigt sie in Mitteleuropa einen deutlichen Anschluß an die Kiefer, geht aber allseitig über deren Grenze hinaus.

Sie findet sich in Europa in Skandinavien, bis zum Nordkap 71° 10′ NB. und zum Varanger-Tjord; dort freilich reifen ihre Beeren nur in guten Jahren; in Irland, England, Holland, Belgien, Frankreich (Vogesen, Jura, Auvergne, Lozères, Alpen), in Norditalien (Alpen, Apennin) im ganzen Alpenzug; in Deutschland ist sie im herzynischen Gebiet ebenso Wald- als Heidebewohner, namentlich auf der subalpinen Bergheide; in der nordwestdeutschen Heide bewohnt sie nach Graebner besonders die Waldheide, tritt aber auch in die offene Heide hinaus. In Österreich besiedelt sie die Bergregion der Voralpen und Alpen, und hält sich in den Karpathen an den Fichtenhochwald, das Legföhrengebüsch und die Karfluren. In Siebenbürgen steigt sie bis 2200 m, im trockenen österreichischen Küstenland wird sie vollkommene Waldpflanze, ebenso in Thracien; in Rußland hält sie sich nach Köppen in ihrer Südgrenze ziemlich genau an den Kiefernwald.

In der asiatischen Arktis kommt sie bis Waigatsch und Nowaja Semlja vor, jenseits der Waldgrenze aber stets steril, in einer kaum 36 cm hohen Zwergform (var. *pumilum* Hornemann), die ihre Existenz der Verschleppung durch Zugvögel aus dem Waldrevier her verdankt. Im extraarktischen Asien findet sie sich im Kaukasus, Himalaya, Ural, Altai und den Gebirgen des nördlichen und mittleren Nippon. In Nordamerika geht sie von der Arktis (auch Grönland) südwärts bis Neuengland.

Engler zählt nach ihrer wahrscheinlichen Ausbreitungsfähigkeit während der Herrschaft eiszeitlicher Bedingungen die Preißelbeere zu seinen „Glacialpflanzen."

Nach seiner mutmaßlichen Verbreitungsgeschichte — Ausgangspunkt der arktische Zirkel, von da Verbreitung nach Süden — müssen

wir mit NIEDENZU die Preißelbeere zu einer arktisch-circumpolaren Gruppe rechnen; für unsere Alpen gehört sie nach ihrer wahrscheinlichen Herkunft zum arktischen Element, dessen Ursprung bekanntlich CHRIST in den Altai („nordasiatisches Element") legt. Rein geographisch betrachtet, können wir sie zum Ubiquisten-Element rechnen, da sie namentlich in der Höhenverbreitung eine große Gleichmäßigkeit zeigt.

§§§ 2. **Die Moorbeere.**

(*Vaccinium uliginosum* L.)

Die Moorbeere bildet höhere, mehr strauchartige Büsche und stattlichere Sträucher als die Preißel- und Heidelbeere; KIHLMANN fand bei Orlow in russisch Lappland bei 67° NB. ein 50jähriges Stämmchen von 2,16 mm größten Radius, also nur 0,04 mm mittlerer Jahrringbreite. Im Torfmoor bildet sie fingerdicke, horizontal weithin sich erstreckende Holzstöcke (DRUDE). Daß die Stämme alt werden, geht auch daraus hervor, daß nicht weniger als 34 verschiedene Flechtenarten dieselben besiedeln (nach ARNOLD). Es möge an dieser Stelle noch einmal auf die schon früher erwähnte Eigentümlichkeit der *Ericaceen* zurückgekommen werden, in ihren Wurzeln einen Pilz zu beherbergen. Die Natur desselben ist aus Fig. 61 zu ersehen. Es wird immer wahrscheinlicher, daß dieser Wurzelpilz die Fähigkeit besitzt, den atmospärischen Stickstoff der Luft auszunützen, und auf diese Weise der Pflanze stickstoffhaltige Nahrung zuzuführen. Vor kurzem wurde von Frl. TERNETZ bei Reinkulturen des Pilzes der Wurzeln der Moosbeere (*Oxycoccos*), einer nahen Verwandten der Moorbeere, die Fähigkeit experimentell nachgewiesen, den Stickstoff der Luft zu assimilieren (Berichte d. deutschen bot. Ges. 1904, S. 267). Welche Bedeutung die von TUBEUF (Forstl. nat. wiss. Zeitschrift 1903, S. 237) nachgewiesenen Knöllchen an den Wurzeln von *Vaccinium uliginosum* haben, ist noch nicht ermittelt. Die Blätter der Moosbeeren sind derber als bei der Heidelbeere und überdauern etwa auch einen Winter; sie sind ganzrandig, oval oder länglich, stark netznervig, oberseits bläulichgrün, unterseits weißlich, so daß die ganze Pflanze von weitem in einen bläulichweißen Duft gehüllt erscheint. Die Dimensionen der Blätter variieren stark (Fig. 62).

Die Blüten stehen zu 1—4 an der Spitze kurzer Seitenzweiglein; sie sind hängend, mit glockenförmiger, vorne 3 mm breiter weißer oder rosa gefärbter Krone (Fig. 58, 18—20). Der Honig wird am Grunde derselben von einer den unterständigen Fruchtknoten bedeckenden, den Griffel umgebenden Scheibe abgesondert. Die acht kahlen Staubgefäße bieten nur einen ungenügenden Schutz für den Honig und lassen den Zugang von außen her ganz frei: damit stehen die Schüttelapparate

im Zusammenhang, an denen der Insektenrüssel vorbei muß (siehe Fig. 58, 20—21). Die Nadel überragt die Staubbeutel weit, ragt aber nicht aus der Blumenkrone hervor; Fremdbestäubung ist durch diese

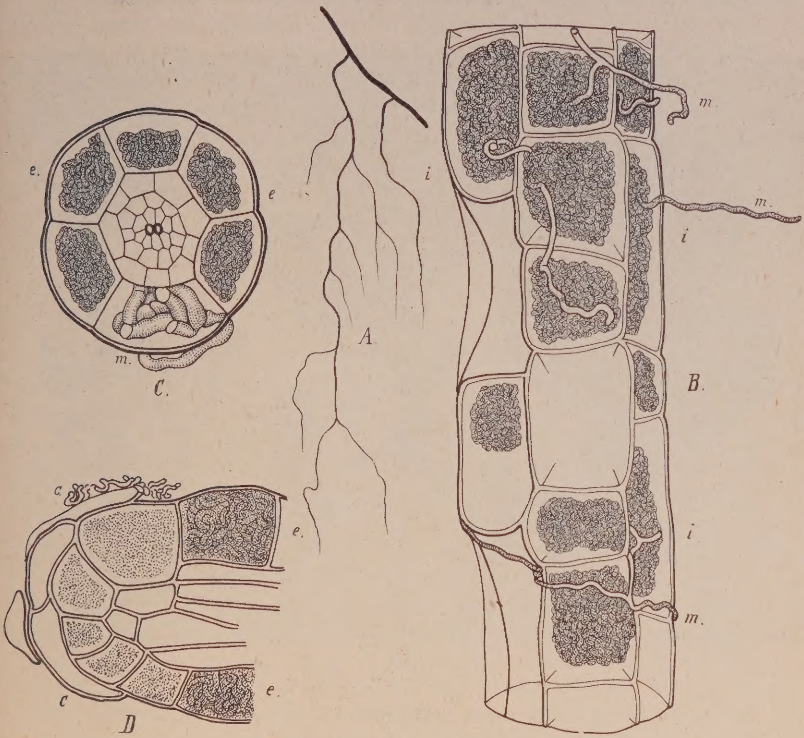


Fig. 61.
Der Wurzelpilz der *Ericaceen.*
(Endotrophe Mykorrhiza.)

A. Stück einer Wurzel mit einigen der haardünnen als Mykorrhizen ausgebildeten Saugwurzeln von *Andromeda polifolia* (nat. Größe). B. Stück einer solchen Saugwurzel in der Längsansicht von außen gesehen; in den meisten der großen Oberhautzellen ist ein Knäuel von Pilzfäden enthalten; bei m Pilzfäden („Hyphen"), welche aus der Umgebung auf die Wurzel gelangen und auf deren Oberfläche wachsen, bei i, i, i ins Innere der Epidermiszellen eintretend. C. Eine ebensolche Saugwurzel im Querschnitt; die weiten Epidermiszellen zeigen in ihrem Innern den Pilzfadenknäuel; bei m ein dickerer Pilzfaden, zum Teil auswendig. D. Längsschnitt durch die Spitze einer solchen Wurzel; e, e bereits mit Pilzen erfüllte Oberhautzelle, c, c Wurzelhaube, auswendig oben mit einigen Pilzfäden. B., C. und D. stark vergrößert. (Nach Frank, Lehrbuch der Botanik, Leipzig 1892 I S. 265.)

Lage der Narbe gesichert. Die Blüte ist infolge ihres weitern Eingangs auch kleineren Insekten angepaßt, und wird von einer mannigfachen Gesellschaft besucht. Die arktische Form (var. *microphyllum* Lange)

ist nach WARMING erst schwach protandrisch, dann homogam; die Blüten sind kleiner als bei der Hauptform; sowohl Fremd- als Selbstbestäubung ist möglich; letztere erfolgt vielleicht schon in der Knospe. Die Fruchtbildung ist dort auch ohne Insektenbesuch reichlich.

A F B C D E

Fig. 62.

Moorbeerenzweige von verschiedenen Standorten, nat. Größe.
(*Vaccinium uliginosum* L.)

A. Extrem breit- und großblättrige Form, vom Wachseldornmoos bei Heimenschwand Kt. Bern, 1000 m ü. M. B. Schalblättrige Form mit großem Blatt, Torfmoor Hinweil, Kt. Zürich, 550 m ü. M. C. Extrem schmalblättrige Form mit kleinem Blatt, Speckried bei Pfäffikon, Kt. Zürich, ca. 560 m ü. M. D. Kleinblättrige Form, Hochmoorwald im Schachen bei Einsiedeln, 880 m ü. M. E. Extrem kleinblättrige Form hochalpiner Standorte, Tschimas da Tschitta ob Preda, Albulagebiet, bei 2600 m (leg. J. BRAUN). F. Extrem kleinblättrige Form der Arctis (var. *microphyllum* Lange) von Ostgrönland. (Orig. Phot. nach getrock. Material.)

Die Frucht ist eine schön hechtblau bereifte Beere. Die grünlichweiße Abart, der Albino, ist erst einmal in der Schweiz entdeckt worden, und zwar im Ofengebiet auf dem Munt la Schera bei 2250 m (schriftl. Mitt. von Dr. ST. BRUNIES). Auch sie hat ihren mumifizierenden Pilz (*Sclerotinia megalospora* Wor.), der die Beeren blau, schmutzigrot oder

violett färbt; in den Alpen ist er allerdings bis jetzt nicht gefunden worden.

Sehr häufig ist dagegen in den Alpen die Deformation und intensive Rotfärbung der Triebe durch das *Exobasidium Vaccinii* Woronin, ganz analog sich verhaltend wie bei der Preißelbeere.

Die Moorbeere ist eine typische Bewohnerin der „Moosmoore“ oder „Hochmoore“, jener eigenartigen Sumpfvegetation des mineralarmen Wassers, die vorzugsweise aus Torfmoosen (*Sphagnum*) sich aufbaut. Sie bewohnt in üppigen, bis mannshohen Sträuchern im geselligen Zusammenschluß auf länderweiten Strecken diese Formation, durch den bläulichen Schimmer ihres Laubes, das zarte Rosa ihrer Blüten und die hechtblauen Beeren einen eigenartigen Schmuck dieser düsteren monotonen Vegetationen bildend. So findet sie sich auch in den Voralpen, z. B. auf den Hochmooren von Einsiedeln, der freiburger Alpen usw. Sie dringt auch in den Hochmoorwald ein, zieht aber im allgemeinen offene Flächen vor.

Sie geht mit dem Azaletum weit über die Baumgrenze hinaus und ist von unsern Vaccinien weitaus das „alpinste“, was vielleicht mit ihrer Lichtliebe zusammenhängt; ihr Feuchtigkeitsbedürfnis scheint größer als das ihrer Gattungsgenossen; sie meidet sonnige Südhänge. Graebner nennt sie eine Charakterpflanze f e u c h t e r Heiden und Heidemoore. In Siebenbürgen steigt sie bis 2370 m, in den bayrischen Alpen bis 2340 m, in St. Gallen und Appenzell bis 2300 m, im Puschlav bis 2700 m (Brockmann), im Oberengadin bis 2930 m (Vadret da Prünas, nach J. Braun), in Wallis bis 3000 m (Gornergrat). In solchen Höhen sind die Sträuchlein nur noch wenige Zentimeter hoch, die Blätter winzig (siehe Fig. 62, E), die Blüten weißlich (var. *frigidum* Schur, eine alpine Parallele zur var. *nanum* Boissier auf der Sierra Nevada und der arktischen Zwergform *Kruhsianum* Fischer = *microphyllum* Lange); es wäre von Interesse, die Blüteneinrichtung dieser alpinen Zwergform mit der der nordischen zu vergleichen.

Auch die Moorbeere gehört zum arktischen Element unserer Alpenflora: sie ist in ganz Sibirien verbreitet, ebenso im arktischen Amerika, Labrador und Grönland (dort als var. *microphyllum*) sie ist die arktischste unserer Vaccinien, denn sie geht auf Nowaja Semlja bis 73° 19′, im Samojedenland weit jenseits der Waldgrenze bis 68° NB. In Europa wächst sie in Skandinavien bis zum Nordkap, in Island, Schottland und England, in Spanien auf den asturischen und kastellanischen Alpen, auf den Pyrenäen, in Frankreich in der Auvergue, Dauphiné, Jura und Vogesen, in Belgien, Holland und Deutschland, besonders auf Heide und Heidemooren; sie überspringt das warme mittel- und süddeutsche Hügelland, besiedelt aber reichlich die „Filze“ der Bergregion und mit der Besenheide die kahlen Gipfel der Mittelgebirge vom Brocken bis

zum Feldberg; sie begleitet den ganzen Alpenzug, von den Mooren der Voralpen bis zum Azaletum der Hochgräte. In Italien bewohnt sie die Appeninen, in Ungarn die Karpathen und streicht nach Osten in die Balkanländer und nach Rußland, wo ihre Südgrenze ungefähr mit der Nordgrenze der „Schwarzerde“ zusammenfällt; im Kaukasus ist sie selten und steigt bis 2135 m.

Ihre pflanzengeschichtliche Signatur ist genau dieselbe wie bei der Preißelbeere (arktisch-zirkumpolare Glacialpflanze, genetisch als arktisches bzw. nordasiatisches, geographisch als ubiquistisches Element zu bezeichnen).

§§§ 3. Die Heidelbeere.

(*Vaccinium myrtillus* L.)

Die Heidelbeere, Fig. 58, 9—17, S. 166 bildet niedrige dichte Büsche; sie besitzt das Vermögen, lange unterirdische Ausläufer zu erzeugen, welche ihr eine starke Wander- und Ausbreitungsfähigkeit sichern, und ihre Ausrottung (als alpines Weideunkraut) erschweren. Die oberirdischen Zweige sind kantig gerieft; zwischen den Kanten fließt nach Kerner das Regenwasser rasch zum Grunde ab. Diese Sprossen sterben nach einer kurzen Reihe von Jahren regelmäßig ab; darum rechnet Warming die Heidelbeere zu den „Halbsträuchern.“

Die Blüten treten einzeln in den Blattwinkeln auf, sind überhängend und 5—7 mm lang. Blütenbau und Bestäubungseinrichtungen sind ganz ähnlich wie bei der Moorbeere; nur ist die kugelig-krugförmige Blumenkrone (Fig. 58, 10, 11) am Eingang so stark verengert, daß kleine Insekten nicht hineinkommen können um zu saugen; es ist deshalb die Heidelbeere eine viel ausschließlichere Bienen- und Hummelblume als die Moorbeere. Außerdem ragt die Narbe hier aus der Krone heraus: bei der Moorbeere mit ihrem weiten Blüteneingang wäre das unzweckmäßig, da dort kleinere Insekten dann an der Narbe vorbei könnten ohne zu bestäuben.

Die Frucht ist die bekannte, vom Kelchring gekrönte blauschwarze Beere. Selten findet sich eine schneeweiße Abart derselben (var. *leucocarpum* Dumortier); in der Schweiz bisher nur in der Nähe von Zofingen gefunden, in Niederösterreich an drei Standorten. Damit wurde und wird vielfach verwechselt, die ebenfalls weiße durch einen Pilz (*Sclerotinia baccarum* Rehm) mumifizierte Frucht, deren Entstehungsgschichte ganz ähnlich ist wie diejenige der *Sclerotinia vaccinii* auf der Preißelbeere (siehe diese).

Die Heidelbeere ist in den Alpen eine treue Begleiterin des Waldes, von den Kastanienwäldern des Südens durch die Fichtenwälder bis zu den höchsten Vorposten der Lärchen- und der Arvenwälder, auf allen

geologischen Unterlagen; sie bildet häufig den Unterwuchs im Legföhrenbestand und im Grünerlengebüsche, wie übrigens auch in den Grau- und Schwarzerlenbeständen der Flußauen, der Vorberge und der Ebene; sie ist aber nicht absolut an den Schatten des Waldes gebunden; sie besiedelt auch austrocknende baumlose Hochmoore bis hinauf in die alpine Region und begleitet die Ericaceenheide in ihren mannigfaltigen Varianten bis weit über die Baumgrenze: bis 2200 m („im Schutz der Felsen und in Erlengebüschen") in St. Gallen und Appenzell, 2660 m in Oberengadin (Eschia ob Madulein, nach Braun), bis 2625 m am Berninapaß, bis 2770 m auf der Corona di Redorta im Tessin, nach Braun, 2300 m in Wallis, 2430 m in Bergell, 2460 m in Puschlav, 2900 m im Kaukasus.

Ganz ähnliche Mannigfaltigkeit zeigen die von der Heidelbeere besiedelten Formationen auch in den von Beck so trefflich geschilderten illyrischen Ländern.[1]) Dort bildet sie den Unterwuchs in den Buchen-, Eichen-, Fichten-, Schwarzföhren-, Birken- und *Pinus Peuce*-Wäldern, mischt sich dem voralpinen Mischwald und den ausgedehnten Buschwäldern bei, begleitet die Alpenerle (von 1600—2100 m), überzieht in ausgedehnten reinen Beständen die Hänge und Kuppen der Schiefergebirge (Vranica in Bosnien 1600—1850 m) und tritt daselbst auch in den Alpenmatten auf.

Auf magern Alpenweiden, besonders in der Formation des Borstgrases (*Nardus stricta*) ist sie mit den andern *Ericaceen* ein schlimmes, schwer zu bekämpfendes Unkraut; sie unterdrückt alles andere und verschlechtert den Boden durch Bildung eines unfruchtbaren Heidehumus. Bekämpft wird sie durch Düngnng mit Mist, Jauche, Thomasmehl oder Kaïnit, am radikalsten durch Ausreuten, das aber sehr gründlich geschehen muß, sonst schlägt sie wieder aus. Der Heidehumus muß dann umgegraben, mit der mineralischen Unterlage gemischt, gedüngt und angesät werden (Stebler).

Die Heidelbeere als Pflanze des Humus und des Hochmoors wird von allen Autoren als kalkscheu angegeben (Contejean, Schnitzler und Frickinger, Sendtner, Magnin, auch Alboff für den Kaukasus). Sie fehlt dem Kalk, wo nicht eine Torf- oder Waldhumusschicht sich als „Isolierschicht" über das Gestein gelagert hat, sagt Drude sehr treffend.

Die Pflanze ist außerhalb der Alpen von weitester zirkumpolarer und borealer Verbreitung: in Asien (exklusiv Innerasien vom Himalaya bis Thianschan, wo nach Drude alle *Vaccinien* fehlen; in Sibirien fehlt sie im allgemeinen der baumlosen Tundra), in Kanada und dem mittleren Nordamerika bis Colorado südwärts, in Europa in Island, Skandinavien

---

[1]) Dr. Günther, Ritter Beck v. Managetta, Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder (Südkroatien, Quarnero-Inseln, Dalmatien, Bosnien, Herzegowina, Montenegro, Nordalbanien, Sandžak Novipazar, Serbien. — 4. Bd. von: „Die Vegetation der Erde, von Engler u. Drude. — Leipzig 1901.

(bis zum Nordkap und den Ufern des Varangerfjord; in Enare Lappland 100—150 m über die Birkengrenze steigend), England, Portugal, Spanien (exklusiv das südliche) Nord- und Mittelitalien (apuanische Alpen, Apenninen, Abruzzen) Korsika (Bergregion) Frankreich (ausgenommen den größten Teil des südlichen Frankreich), Belgien, Holland, Deutschland (hier ein wichtiger Bestandteil der „Heide“), die gesamten Alpen, die Karpathen, Siebenbürgen, Kroatien, Dalmatien, Montenegro, Macedonien, Rußland (im europäischen Rußland deckt sich ihre Südgrenze annähernd mit der Südgrenze der Fichte); selbst in Afrika soll sie auf dem marokkanischen Atlas nachgewiesen sein!

Wir können ihr darnach wohl denselben allgemeinen „epiontologischen“ (das will sagen „pflanzengeschichtlichen“) Stempel aufdrücken, wie ihren Gattungsgenossen Moor- und Preißelbeere.

§§ 9. **Die Rauschbeere.**
Empetrum nigrum Linné.

Die Rauschbeere oder Krähenbeere ist ein frappantes Beispiel für die Tatsache, daß Pflanzen von ganz entfernter Verwandschaft durch Anpassung an analogen Haushalt einander sehr ähnlich werden können, also für das, was man die „Konvergenz der Organismen“ nennt. Denn sie tritt, obwohl mit dem Buchs, dem Pfaffenkäppchen und der Wolfsmilch verwandt, ganz im Gewand und mit den Allüren der Ericaceen auf, und gesellt sich denselben auch standörtlich zu.

Es ist ein vielästiges niederes Sträuchlein (Fig. 63), höchstens einen halben Meter hoch, meist mit niederliegendem „Erdstamm“, der vielfach tordiert und gewunden ist, und bei äußerst engen Jahrringen ein erstaunlich hohes Alter erreichen kann, dabei meist sehr stark exzentrisch gewachsen ist.

Am Berninahospiz sammelte ich bei 2450 m ein Exemplar, dessen Stämmchen bei einem Durchmesser von 5 mm einen größten Wachstumradius von 4 mm und auf demselben 50 Jahrringe zählte, also mit einer mittleren Jahrringbreite von 0,08 mm (Fig. 63, 2a). Rosenthal zitiert von Samaden, bei 2400 m gesammelt, ein 23jähriges Exemplar mit 0,076 mm Jahrringbreite; Kihlmann sammelte bei Orlow auf der Halbinsel Kola bei 67° 11′ NB ein über 80jähriges Stämmchen mit 6,15 mm größten Wachstumsradius, also ebenfalls 0,08 mm mittlerer Jahrringbreite; ein anderes 73jähriges hatte 3,9 mm größten Wachstumsradius, also nur 0,05 mm Jahrringbreite. Die mittlere Ringbreite von 9 untersuchten Exemplaren von Orlow ergab 0,09 mm. Die Länge der Jahrestriebe war meistens 1—2 cm, selten bis 3 cm. — Schübeler beschreibt ein Stämmchen von 2,8 cm Durchmesser aus Hallingdal in Norwegen (bei 60° 37′ NB und 940 m ü. M.), er konnte aber die Jahrringe nicht zählen. Es müßte nach Analogie der übrigen Fälle mindestens 140 Jahre alt sein.

Die Äste sind drüsig-flaumig und dicht beblättert. Die Blätter sind abwechselnd, nadelförmig, am Außenrand fein gezähnelt, dunkel-

grün. Das dicke Blatt (Fig. 63, 3) ist hohl („ericoïd“), die Ränder sind nach unten eingerollt und berühren sich dort beinahe: so entsteht auf

Fig. 63.

Die Rauschbeere. (*Empetrum nigrum* L.)

1. (1/1). Blühender Zweig einer männlichen Pflanze; die unscheinbaren Blüten nur an den vorragenden 3 Staubgefäßen zu erkennen. 2. (1/1). Fruchtzweig, mit den schwarzen, von den Narben gekrönten Beeren. 2 a. (1/1). Querschnitt durch ein 50jähriges, stark exzentrisch gewachsenes Stämmchen, bis 2450 m auf dem Berninapaß gewachsen, mit einer mittleren Jahrringbreite von 0,08 mm. 3. (6/1). Blatt, links von oben, rechts von unten. 4. (5/1). Zwitterblüte, selten vorkommend; H = Hochblätter, K = Kelch, C = Krone. 5. (5/1). Männliche Blüte. 6. (5/1). Weibliche Blüte. 7. (5/1). Zwitterblüte im Längsschnitt. 8. (8/1). Stempel mit der weit ausgebreiteten, pollenfangenden Narbe; Merkmal für Windblütigkeit! 9. (2/1). Die Steinfrucht, von der Narbe gekrönt. 10. (2/1). Dieselbe im Längsschnitt, mit 2 Steinkernen. 11 a. (4/1). Steinkern im Längschnitt; außen die dicke Steinschale („Endocarp“), dann die dünne Samenschale, welche Keimling und Nährgewebe umschließt. 11 b. (4/1). Steinkern mit Samen im Querschnitt (1. und 3. nach Natur, 4.—9. nach Thomé, 10.—11. nach Engler und Prantl von L. S.).

der Unterseite ein weißer Strich, der mit Haaren verschlossenen Spalte entsprechend, welche in die innere Höhlung führt (siehe Fig. 36, 1, S. 101).

Da die Spaltöffnungen, die Poren für den Austritt des verdunstenden Wassers, alle in dieser Höhlung liegen, welche nur durch die enge Spalte mit der Außenwelt kommuniziert, so ist durch diese Einrichtung ein energisch wirkender Transpirationsschutz gegeben. Derselbe wird noch verstärkt durch die geringe verdunstende Oberfläche, die derbe Cuticula und die als Wasserspeicher figurierenden verschleimenden Innenmembranen der Oberhautzellen.

Die äußerst unscheinbaren Blüten (Fig. 63, 4—7) erscheinen mit dem Alpenfrühling an der Spitze der Zweige, in der Achsel der Laubblätter, oft in großer Zahl. Sie sitzen einzeln an kleinen Kurztrieben. Sie sind von drei verwachsenen Hochblattschuppen begleitet, aus drei freien Kelch- und drei freien rosaroten Blumenblättchen gebildet; die drei Staubgefäße ragen weit heraus, der Stempel besteht aus einem 6- bis 9-fächerigen Fruchtknoten, der auf einem kurzen Griffel eine weit ausgebreitete 6—9 strahlige Narbe trägt (Fig. 63, 8).

Die Blüten sind meist durch Verkümmerung des einen Geschlechtes zweihäusig; d. h. der eine Strauch trägt nur männliche Blüten mit verkümmertem Stempel (Fig. 63, 5), der andere nur weibliche Blüten mit verkümmerten Staubgefäßen (Fig. 63, 6). Einhäusige Stöcke sind selten; Zwitterblüten (Fig. 63, 4) noch seltener.

Der Blütenstaub wird hier durch den Wind auf die Narbe verweht: da männliche und weibliche Blüten meist auf getrennten Stöcken vorkommen, ist nur Kreuzung möglich. Auf den Dovrefield fand dagegen Lindman die Pflanze insektenblütig mit honigabsondernden Narben.

Die Frucht ist eine Steinfrucht (Fig. 63, 9, 10), mit 6—9 dreiseitigen, körnig rauhen Kernen, die je einen Samen einschließen. Sie schmecken säuerlich, unangenehm, wirken harntreibend, und wurden früher für berauschend und Schwindel erregend gehalten; bei uns werden sie nicht gegessen, wohl aber im Norden.

„In Finnmarken werden die Beeren in Menge, sowohl von den Norwegern als Lappländern gesammelt, mit Milch gemischt und so für den Wintergebrauch aufbewahrt. Im Winter lassen die Lapländer diese Mischung gefrieren und diese „Glace“ wird, wenn sie gegessen werden soll, zerquetscht oder mit dem aus Renntiergeweih verfertigten Löffel zerrieben. — Um ein nach ihrem Geschmack sehr feines Gericht zu bereiten, schlagen die an der Küste wohnenden Lappländer Dorschleber zu einer breiartigen Masse, um während des Kochens so viel frische Rauschbeeren als möglich dazwischen zu rühren. — In der Tundra der Samojeden, wo Empetrum bis 69° NB geht, werden die frischen Beeren als eine Art Dessertfrucht benutzt. . . . Der ärmere Teil der Bevölkerung sammelt im Herbst bedeutende Quantitäten, die man frieren läßt, wodurch sie an Wohlgeschmack gewinnen. — In Island werden die Beeren entweder frisch mit saurer Milch gegessen oder in dieser zum Winterbedarf aufbewahrt; oder man trinkt ein wäßriges Extrakt der Beeren, für sich oder mit saurer Milch, als allgemein beliebtes Getränk. Die Rauschbeere wird auch in Grön-

land in großer Menge verzehrt, mit Seehundspeck gemischt; es sollen nach Rink jährlich über 139000 Liter davon gesammelt werden" (Schübeler, Die Pflanzenwelt Norwegens S. 325).

Die Beeren werden im Norden nach übereinstimmenden Aussagen vieler größer, saftiger und aromatischer als bei uns. Es ist das eine allgemeine Erfahrung, die sich auch auf das Obst, die Gewürze und Gemüse bezieht: Zunahme des Aromas, aber Abnahme des Zuckergehalts. Schübeler schreibt das erstere wohl mit Recht der dauernden Beleuchtung des Polarsommers zu.

Die Rauschbeere tritt im ganzen Alpenzug hauptsächlich als Begleiterin der Zwergstrauchheide auf, besonders in der Facies des Azaletums. Mit dieser Formation dringt sie auch in den lichten Gebirgswald und in die Legföhrenbestände. Wie in der baltischen Niederung und im herzynischen Gebiet besiedelt sie außerdem die Hochmooranflüge, die Sphagnumrasen der alpinen und subalpinen Region, fehlt aber den tiefergelegenen großen voralpinen Hochmooren völlig, während sie auf solchen im Jura als Seltenheit vorkommt. Auch begrünt sie als Pionier der Vegetation die Felsen.

In den Alpen ist sie auf die Nadelwald- und die alpine Region beschränkt. Die untere Grenze liegt bei ca. 1400 m (Handeck 1300 m, Wallis 1500 m), die obere im Maximum bei 2700 m (Wallis; Beversertal 2700 m, Bergell 2300, Puschlav 2450 m). — In den bayrischen Alpen findet sich Empetrum von 1689—2046 m, im Kaukasus von 2100 bis 3050 m.

Außerhalb der Alpen treffen wir die Rauschbeere als verbreiteten Begleider der Hochmoore und der Bergheide der herzynischen und sudetischen Gebirgswelt, besonders im Oberharz, als eine der bezeichnendsten Montanarten dieses Gebietes (700—1400 m); als „Brockenmyrte" auf dem Gipfel des bekannten Berges, aber auch auf trockenem sonnendurchglühten Fels auf dem Arber im Böhmerwald bei 1400 m, und als Glacialrelikt in der sächsischen Schweiz. Und steigen wir in die weiteren Niederungen der nordatlantischen Region zwischen Elbe und Schelde, so tritt sie uns auf düstergrüner Flur als Charakterpflanze der Niederungsheide entgegen von weitester Anpassungsfähigkeit: vom schwappenden Torfmoorpolster bis zum trockenen Sand, auf dem sie oft stundenweit reine Bestände bildet. Und derselbe Strauch, der im Hochgebirge im Glanze des Firnschnees sich sonnt, wird am Nord- und Ostseestrand vom windverwehten Flugsand der Wanderdünen zugedeckt und gesellt sich der weithin kriechenden Sandregge (*Carex arenaria*), bewohnt aber auch die zur Ruhe gekommene graue Düne und die Dünentälchen. Jenseits der arktischen Baumgrenze, im länderweiten Gebiet der baumlosen Tundra finden wir die Rauschbeere wieder als anspruchslosen Pionier auf Felsboden, mit den genügsamen Flechten sich um

den Besitz der „Felsenfjelde“ streitend, „bis zur ultima Thule“, auf Grönland (72° 41′), den Faröen, Island und Spitzbergen (dort bis 78° 30′).

Das Gemeinsame dieser mannigfaltigen Standorte liegt nicht in Wärme- oder Feuchtigkeitsverhältnissen; (die Extreme liegen hier sehr weit auseinander), sondern in der Armut an mineralischen Nährstoffen, besonders an Kalk und an assimilierbarem Stickstoff. Die Rauschbeere wird dann auch übereinstimmend als kalkfliehend bezeichnet (von JACCARD für das Wallis, von CONTEJEAN für Mitteleuropa, von SENDTNER für die bayrischen Alpen).

Auch ein großes Licht- und Luftbedürfnis ist ihr eigen: ihre Standorte liegen meist offen da, und wo sie den Wald besiedelt, ist es die lichte Kiefernheide, oder der stark ausgedünnte Grenzwald der Arktis und des Hochgebirgs.

Die territoriale Ausbreitung ist, dem starken Anpassungsvermögen an klimatische Faktoren entsprechend, eine enorme. Die Rauschbeere bewohnt in Europa die Pyrenäen, die Alpen, den Jura, die Vogesen, die Berge der Auvergne, Belgien, Holland, die britischen Inseln, Skandinavien, in Deutschland und der Schweiz die oben skizzierten Gebiete, geht im Süden bis zum Appenin, im Osten über die Karpathen und das Bihariagebirge nach Siebenbürgen, dem Banat, Bosnien, Montenegro und Rußland. In Asien bewohnt sie den Kaukasus, Ural, Altai und das arktische Gebiet von Sibirien und Grönland, in Nordamerika geht sie von der Arktis bis zu den Alleghanies und Rocky Mountains. Auf den chilenischen Anden findet sich eine Abart (var. *andinum* DC.), im Feuerland und sogar auf der Insel Tristan d'Acunha tritt sie in einer weitern Abart mit roten Beeren auf (var. *rubrum* (Willd) DC.).

Die Rauschbeere gehört zweifellos zu den „Glacialpflanzen“ im Sinne ENGLERS, d. h. von denjenigen Arten, welche während der Glacialzeiten ihre jetzige Verbreitung erlangt haben. Geographisch, nach ihrer jetzigen Verbreitung, ist sie zum arktisch-altaischen Element zu zählen; genetisch, nach Heimat und Ursprung, stammt sie nach CHRIST aus Nordasien, nach HOOKER und HEER aus der Arktis.

§ 4. **Die Silberwurz.**

(*Dryas octopetala* L.)

Wir haben vom Val Mingèr aus, jenem wilden Seitenzweig des Scarltals im Unterengadin, von wo soeben während ich dies schreibe (September 1904) die Kunde von der Erlegung eines Bären kommt, die Paßhöhe Sur il Foss 2325 m erklommen, die ins Val Plavna hinüberführt. Vor uns steigt aus den Tiefen dieses Tals der gewaltige Piz

Plavna dadaint auf, eines Schwunges von 2160 zu 3169 m sich auftürmend (Fig. 64)! Eine Fülle blendenden Alpenlichtes übergießt den weißen Dolomitkegel, der uns seinen ganzen 1000 m messenden Absturz zukehrt. Von dem zerschrundeten bleichen Skelett des Gipfelkegels ergießen sich breite Schuttströme talwärts, die aufwärts strebenden Pioniere der Vegetation immer und immer wieder unter ihrer Decke

Fig. 64.

Der Piz Plavna dadaint (3169 m) im Val Plavna, Unterengadin, von Osten gesehen, von dem Paßübergang ins Val Mingèr aus („Sur il Foss" 2335 m).

begrabend. Aber sie nimmt hartnäckig den Kampf stets wieder auf: in dunkeln Plänklerschwärmen rücken von den unten schon gefestigten Partien und von den benachbarten Felskämmen aus die zähen Legföhren aufwärts; und ihnen kommt ein anderes, unscheinbareres Sträuchlein zu Hilfe, das auf der weißen Schuttmasse, leise Zweig an Zweig reihend, seine Teppiche breitet, in denen dann die leichtbeschwingten, auf Flügel des Windes herbeigetragenen Samen der Legföhre keimen können: es ist die Silberwurz, die *Dryas octopetala.* Auf den weiten

Fig. 65.

Die Silberwurz (*Dryas octopetala* L.). ($^1/_{10}$ nat. Größe.)

Ein ca. 50jähriges Spalierbäumchen, als erster Pionier auf beweglichem Dolomischutt eine große grüne Insel bildend, auf der sich die Horstsegge (*Carex sempervirens*) angesiedelt hat (rechts unten bei C. s.).

A. Stammquerschnitt des abgebildeten Teppichstrauchs in nat. Größe. B. Querschnitt eines 3jährigen Stämmchens ($^5/_1$). Das Mark ist jetzt schon stark exzentrisch. C. Querschnitt eines 8jährigen Stämmchens ($^5/_1$). Die schwarzen Linien an der Peripherie bedeuten die Schuppen der Ringelborke.

Schuttfeldern des Talgrundes liegen meterbreite grüne Inselchen, auch das ist die *Dryas*, eine der erfolgreichsten Festigerinnen des losen Schuttes.

Sie ist der ausgeprägteste Typus eines „Spalierstrauchs“ (Fig. 65), der von einem oft sehr kräftigen Stamme aus sein ganzes reich bewurzeltes Zweig- und Astwerk in eine Ebene breitet. DRUDE möchte diese Pflanze aus der Reihe der eigentlichen Holzpflanzen streichen und sie seinen „Holzstauden“ zurechnen; dagegen spricht meines Erachtens die Ausbildung eines deutlichen, oft über 100 Jahre alten Stammes. So fand KIHLMANN bei Orlow auf der Halbinsel Kola (67° NB) einen Stamm von mehr als 108 Jahre Alter, mit 0,07 mm mittlerer Jahrringweite, und stark exzentrischem Wuchs; 10 cm von der Basis ließen sich noch 62 Jahrringe konstatieren, mit einer mittleren Breite von nur 0,04 mm; der Durchschnitt aller untersuchten 9 Querschnitte (44 bis 108 jährig) ergab nur 0,086 mm Jahrringbreite. Das in Fig. 65 abgebildete Exemplar zeigte bei einem Alter von 50 Jahren eine mittlere Jahrringbreite von 0,22 mm.

Wir haben oben gesehen, daß *Ericaceen* und *Empetrum* ausnahmslos in ihren Wurzeln einen genossenschaftlich mit ihnen lebenden, einen „symbiontischen“ Pilz in Form der „endotrophen Mykorrhiza“ beherbergen. Auch die Silberwurz hat nach den Untersuchungen STAHLS[1]) und namentlich HESSELMANNS[2]) eine stets verpilzte Wurzel, aber von anderer Natur als die der *Ericaceen*. Während bei diesen der Pilz im Innern der Wurzelzellen lebt, umgibt er bei *Dryas* die Wurzel von außen mit einem dichten Mantel fest verflochtener Pilzfäden, welche dann allerdings auch zwischen die Zellen der Wurzelrinde dringen, aber nicht in das Innere derselben („ektotrophe Mykorrhiza“, äußere Pilzwurzel, siehe Fig. 66). HESSELMANN fand diesen Wurzelpilz bei allen ihm zugänglichen Exemplaren[3]), sowohl im borkal-arktischen, als im alpinen Verbreitungsareal. Daraus schließt HESSELMANN wohl mit Recht auf das hohe Alter dieser Anpassung: es ist in der Tat viel wahrscheinlicher, daß die *Dryas* die Mykorrhiza schon vor ihrer Einwanderung in die Alpen, also schon vor der Glacialzeit besaß, als daß sie nachher in ihren beiden doch ökologisch recht verschiedenen Bezirken sich eine ganz gleiche Anpassung erworben habe.

Die langen niederliegenden, völlig verholzten Ausläufer tragen am

---

[1]) STAHL, E. Der Sinn der Mykorrhizabildung. Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. XXXIV, Heft 4. Leipzig 1900.

[2]) HESSELMANN, H. On Mykorrhiza-Bildningar hos arktiska växter. — Bihang till K. Svenska Vet.-Akadem. Handlingar Band 26. Afd. III. Nr. 2. Stockholm 1900.

[3]) Von Spitzbergen, Novaja Semlja, arkt. Sibirien, Island, Nord-Europa, Tirol, Schweiz, Siebenbürgen, Apennin und Altai; auch die var. *integrifolia* von Grönland besaß einen stark entwickelten Pilzmantel.

Ende zierlich aufgebogene grüne Triebe mit auf langen Stielen steif aufgerichteten Blättern. Auf der Oberfläche älterer Teile entspringen zahl-

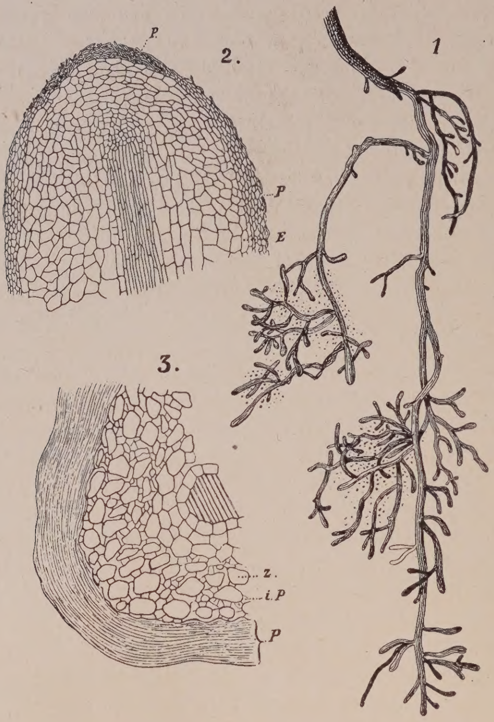


Fig. 66.

Die Pilzwurzeln der Silberwurz

(Ektotrophe Mykorrhiza von *Dryas octopetala* L. nach Hesselmann.)

1. ($^2/_1$). Korallenartig verzweigte Wurzelsysteme; die kurzen, ziemlich dicken weißen Würzelchen sind vom lebenden Pilzmantel umgeben. Recherche Bay auf Spitzbergen.
2. (ca. $^{80}/_1$). Längsschnitt durch die Spitze einer verpilzten Wurzel; sie ist außen von einem dichten Mantel von Pilzfäden (P) eingehüllt. Bei E die Oberhautzellen der Wurzel.
3. Querschnitt durch eine ältere verpilzte Wurzel. Von dem dicken Pilzmantel (P) aus dringen die Pilzfäden (i. P.) zwischen die Zellen (Z) der Wurzelrinde ein.

reiche Adentivtriebe in Form von Kurztriebsystemen, aus den vielen schlafenden Augen hervorgegangen. Die Blätter stehen ursprünglich in zwei Zeilen, die in einer Horizontalebene liegen; gegen das obere auf-

gerichtete Ende der Triebe wird aber durch die Drehung des Triebes eine allseitige Anordnung hervorgebracht. Knospenschuppen werden keine gebildet; die Knospe geht offen in den Winter, mit herausragenden jungen grünen Spreiten, die allerdings vollständig röhrenförmig nach rückwärts eingerollt sind, ihre grüne derbe Oberseite nach außen kehrend. Die allerjüngsten Blätter freilich stecken in dem von den langen Scheiden der älteren gebildeten Trichter. Bis weit herunter an den verholzenden Zweigen bleiben diese Scheiden in verwittertem Zustand sitzen; noch an fünfjährigen Zweigen sind sie erhalten. Dann lösen sie sich, und es bildet sich eine Ringelborke, die in breiten glänzend fuchsroten bis schwarzen Fetzen sich von dem vielfach gewundenen und abgeplatteten Stamme löst, dessen schneeweißes Holz weich und leicht schneidbar ist. Schon sehr früh tritt im Dickenwachstum eine Beförderung der Unterseite ein: das Mark ist schon an dreijährigen Zweigen sehr stark exzentrisch (siehe Fig. 65) und wird es immer mehr.

Die Blätter (Fig. 68) sind immergrün; der Stiel ist lang, die Nebenblätter mit der scheidenartigen Blattbasis verwachsen, am Rande langhaarig; die dickledrige Spreite ist eilanzett-, am Grunde herzförmig, am Rande scharf gekerbt und etwas umgerollt, oberseits glänzend dunkelgrün, mit tief eingegrabenem kräftigem Geäder, kahl oder mit spärlichen langen Haaren besetzt, unterseits schneeweiß, von einem dicht anliegenden, krausen Filz, der die oft rötlich gefärbten Nerven nahezu frei läßt.[1]) Die Spaltöffnungen finden sich nur auf der Unterseite und sind hier durch den Filz gegen zu starke Verdunstung geschützt. Diese „xerophytische“ Anpassung wird durch die Ledernatur des Blattes noch verstärkt; bei der Varietät *vestita* Beck kommt als weiterer Trockenheitsschutz noch eine dichte zottig-filzige Behaarung der Oberseite des Blattes dazu (Fig. 67). Diese prächtige Abart, welche weißschimmernde dichte Polster bildet, und für unsere Alpengärten eine wertvolle Aquisition darstellen würde, ist bis jetzt nur von zwei Standorten aus den östlichen Alpen bekannt: von Felsen zwischen Mürzsteg und Neuberg in Niederösterreich, neben der Hauptform, und vom Rücken des „Mot Madlein“ im Scarltal, wo sie der Verfasser im Juli 1902 entdeckte, oberhalb des Seite 86—88 beschriebenen Legföhrenbestandes. Es ist ein breiter, flacher, begraster Rücken, der sich 2400—2640 m zum Felsgipfel des Piz Madlein hinaufzieht, in südnördlichem Verlauf. Mit aller Wucht fegen hier die Winde herüber: breite kahle Querstreifen reißen sie in den Rasenteppich und das scharfe Dolomitsandgebläse scheuert die Ränder derselben glatt, und rasiert einem etwa stehengebliebenen

---

[1]) Daher rührt auch der Name „Silberwurz“; sie heißt auch noch „Gatan“ oder „Kateinl“ (Pinzgau), in Rußland „Schneehuhnkraut“, ebenso in Island, da ihre Blätter eine Hauptnahrung des Schneehuhns bilden.

Rasen der *Carex firma* eine niedliche Glaze heraus.[1]) Der Boden ist trockener, durchlässiger Grus, und so ist es begreiflich, daß hier eine

Fig. 67.

Dryas octopetala L. var. *vestita* Beck.
Die weißfilzige Abart der Silberwurz.

Blätter auch oberseits von einem langzottigen Filz weißschimmernd; die Nerven der Unterseite hier ebenfalls lang behaart, ebenso die Blütenstiele und Kelchblätter.
Vom einzigen Standort in der Schweiz, Grat von Mot Madlein im Scarl-Tal, Unterengadin, bis 2400 m, leg. C. S.

noch stärker xerophytisch als die Hauptform angepaßte Abart günstige Existenzbedingungen findet. Daß das aber keine Standortsform ist,

[1]) Es wäre eine dankbare Aufgabe für einen alpinistisch veranlagten jungen Botaniker, einmal all den Wirkungen der starken Gebirgswinde auf die unorganische und organische Natur des Gebirges nachzugehen!

d. h. nicht direkt durch die äußern Bedingungen erzeugt, beweist die Begleitung durch die Hauptform, die auch hier neben der weißfilzigen sich findet: wäre die stärkere Behaarung eine direkte Reaktion der Pflanze auf die Standortsbedingungen, so müßten alle Exemplare dieselbe zeigen, oder es müßte zum mindesten die Reaktionsfähigkeit eine primär verschiedene sein: dann läge aber eben wieder eine angeborene Differenz, also eine Varietätseigenschaft vor.

Die ansehnlichen Blüten erscheinen in den tiefsten Lagen (z. B. am Walensee bei 500 m) schon im Mai, in der Hauptregion der Pflanze im Juni bis August; sie sitzen einzeln auf langen Stielen, welche wie die lanzettlichen bis 10 mm langen Kelchblätter kraushaarig und mit langen roten Drüsenhaaren besetzt sind (Fig. 68). Die 8 Kronblätter (manchmal sind es auch nur 7, häufig 9; hin und wieder finden sich gefüllte Blüten, so z. B. im Avers [Fig 68, 4]) breiten sich zu einer 27—40 mm breiten „Schaufläche“ aus (auf Novaja Semlja fand Eckstein die Krone nur 10—25 mm breit!) bald sind sie breit, oval und decken sich gegenseitig mit den Rändern (Fig. 68, 1), bald schmäler, mit breiten Zwischenräumen (Fig. 68, 2). Die Blüten sind bald zwittrig, bald durch Verkümmerung der Stempel männlich und dann stets kleiner. Die Verteilung der zwittrigen und männlichen Blüten auf die Individuen ist verschieden: in den Alpen finden sich dreierlei Stöcke: zwittrige, rein männliche und solche mit zwittrigen und männlichen Blüten; dieselben Verhältnisse beobachtete Warming in Grönland, während Lindmann auf den skandinavischen Hochgebirgen keine rein männlichen Stöcke antraf.

Die zahlreichen Staubbeutel sitzen am Rande der becherförmig vertieften Blütenachse; innerhalb der Staubgefäße bildet dieselbe einen honigabsondernden drüsigen Ring, und im Grunde des Bechers sitzen auf einer kegelförmigen Erhöhung die zahlreichen Griffel. Die Narben entwickeln sich zuerst (in Spitzbergen fanden Andersson und Hesselmann dagegen die Pflanze stets homogam); in diesem rasch vorübergehenden Stadium ist nur Fremdbestäubung möglich; dann öffnen sich die äußersten Staubgefäße: auch diese dienen der Fremdbestäubung, weil sie von den Narben zu weit entfernt sind; kommen aber dann die inneren Staubgefäße dran, so ist Selbstbestäubung sehr leicht möglich, da die Griffel mit den noch lange funktionsfähigen Narben sich auswärts biegen.

An den reifenden Früchtchen bleiben die langbehaarten Griffel stehen, anfangs zu einem zierlichen, seidig schimmernden Pinselchen zusammengedreht; bei voller Reife und sonnigem Wetter breitet sich der Fruchtkelch aus, die Pinsel rücken langsam auseinander, die einzelnen 2 mm langen Seidenhaare sträuben sich, die Früchtchen stehen weit auseinander, eine weißliche Fruchtperücke bildend, bis der Wind sie

Fig. 68.

Die Abarten der Silberwurz (*Dryas octopetala* L.).

1.—5. *Dryas octopetala* L. var. *chamaedrifolia* Drude (die Hauptform). 1.—4. aus der Schweiz. 1. Von Schönbiehl, 2058 m, Kt. Glarus. 2. versus formam *unguiculatum* And. u. Hess. (Fig. 69). Vom Pilatus, ca. 1900 m, mit besonders schmalen Kronblättern, an die Fig. 69,3 abgebildete Zwischenform zwischen dem Typus und der benagelten Form erinnernd. 3. Fruchtexemplar von der Saleren bei Mühleborn am Walensee, ca. 500 m ü. M. 4. Mit gefüllten Blüten, aus dem Avers. 5. Von Spitzbergen, leg. Malingren. 6. *Dryas octopetala* L. var. *integrifolia* (Vahl) Drude, der Labrador.

entführt (Fig. 68, 3). Was bleibt, dreht sich bei feuchtem Wetter wieder zusammen, mit anliegenden Haaren, und so kann das Spiel der hygroskopischen Haarschweife sich mehrmals wiederholen.

In den Alpen variiert die Silberwurz sehr wenig; es ist hier einzig und allein die oben beschriebene „Mutation“ mit oberseits filzigen Blättern konstatiert.

Im hohen Norden dagegen kommt, in Spitzbergen, Grönland und Labrador, eine Abart mit sehr kleinen ganzrandigen Blättern vor (Fig. 68, 6), neben der Normalform und mit dieser durch Übergänge verbunden, wie namentlich Drude nachgewiesen hat. Während man früher die *Dryas integrifolia* als eigene Art betrachtete, hat Drude sie als Varietät zu *octopetala* gezogen, und nennt dann die Hauptform mit gekerbten Blättern: var. *chamaedrifolia* Drude

Neuerdings haben Andersson und Hesselmann[1]) noch eine ganz isoliert vorkommende sehr auffallende Abänderung als forma *unguiculata* beschrieben, ausgezeichnet durch langgestielte Blumenblätter (Fig. 69). Sie fand sich nur in vier nahe beieinanderstehenden Exemplaren in Van Keulens Bay auf Spitzbergen, neben einigen Übergängen zur Hauptform. Da unsere Fig. 68, 2 ganz ähnliche Blumenblätter hat, wie diese Übergangsform, so wäre vielleicht auch noch die forma *unguiculata* in den Alpen zu finden. Vermutlich differiert sie auch in ihrer Blüteneinrichtung.

Fig. 69.

Dryas octopetala L. f. *unguiculata*, Andersson u. Hesselmann, von Van Keutens Bay auf Spitzbergen (1/1 nach And. u. Hess.).

1. Ganze Blüte. 2. Kronblatt der Normalform. 3. Kronblatt der Zwischenform (hybrid?). 4. Kronblatt der forma *unguiculata*. 5. Kelchlatt der Hauptform. 6. Kelchblatt der *unguiculata*.

Neben unserer Art existiert noch eine schöne gelbblühende Form in Amerika, die *Dryas Drummondi*, auf nordamerikanischen Gebirgen die *octopetala* vertretend.

Unsere Pflanze ist, wie ja schon ihr Bau zeigt, ein ausgesprochener Xerophyt, der nasse oder auch nur feuchte Orte entschieden meidet, auch solche, wo der Schnee lange liegen bleibt. Dagegen scheut sie windoffene Lagen mit mangelndem Schneeschutz nicht. Sie ist genügsam und hat eine ausgesprochene Vorliebe für jungfräulichen Boden: Schutthalden, Kiesalluvionen, auch Felshänge besiedelt sie als Pionier mit ihren oft mehr als meterbreiten Teppichen (Fig. 65). Doch bleibt sie lange noch, wenn das Geröll schon mit Weiderasen überzogen ist; so bildet sie eine häufige Begleiterin des Polsterseggenrasens (*Carex firma*), der obersten

---

[1]) Gunnar Andersson och Henrik Hesselmann, Bidrag till Kännedomen om Spetzbergens och Beeren Eilands Kärlväxterflora, med 4 taflor. — Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Band 26. Afd. III Nr. 1.

zusammenhängenden Rasendecke der Kalkalpen und steigt mit der Rostsegge tief herab. In ihrem nordisch und arktischen Verbreitungsbezirk mischt sie sich der arktischen Felsflur- und Zwergstrauchheide bei, und bildet auf Island fast reine ausgedehnte Bestände, eine förmliche „Dryasheide."

Über ihre Rolle als Festigerin des Schuttes liegen folgende hübsche Beobachtungen aus dem Puschlav vor:[1])

Dryas octopetala „spielt als Befestigerin des Kalkgerölles eine nicht unwesentliche Rolle. Da, wo der Boden im fortwährenden Abbröckeln und im langsamen Rutschen begriffen ist, werden die großen, dichten Rasen oft wie bei *Gypsophila repens* durch lange Pfahlwurzeln gehalten; ich maß solche von 2 m Länge. Diese Wurzeln werden nach und nach frei und gehen, weil sie der Verwitterung und dem fallenden Geröll ausgesetzt sind, schließlich zu Grunde. Dann zerfällt der Rasen in mehrere Stücke, und da diese ihrerseits neue Wurzeln in den Boden getrieben haben, so vegetieren diese Stücke weiter. Im dichten *Dryas*-Rasen siedelt sich gerne *Carex rupestris*, *Festuca alpina* Sut. an, in den älteren, humosen Rasen aber besonders *Elyna Bellardi*; diese vermehrt sich stark, so daß *Dryas* schließlich zurückgeht. Dadurch geht aber das Bindeglied des Rasens zu Grunde und er zerfällt in der Folge. Solche Rasen in allen Stadien, den reinen *Dryas*-Rasen und den zerfallenen *Elyna*-Rasen, in dessen Humus die *Dryas*-Reste unverkennbar sind, sowie die Zwischenglieder, fand ich am W-Hang des Sassalbo im Puschlav bei 2000—2300 m recht häufig."

Ihre Höhenverbreitung charakterisiert sie als echte Alpenpflanze; ihre Hauptregion liegt in der Schweiz zwischen 1500 und 2600 m, doch steigt sie auch in die Nivalregion (mit 2800 m am Piz Padella); in den bayrischen Alpen bewohnt sie die Region von 1530—2166 m, in den Seealpen ebenfalls 1500—2600 m (nach Burnat), im Kaukasus von 2745—3050 m. Freilich gehört sie zu den anpassungsfähigsten unserer Alpensträucher: sie steigt häufig in die Voralpen und die Ebene herab, besonders längs der Wildbäche und Ströme: in Wallis bei Vionnaz 480 m, St. Barthélemy 580 m, am Wallensee 480 m, Sevelen 460 m, St. Gallen 720 m; an der Isar bei München 471 m, dort vollkommen eingebürgert. — Bei Langesund im südlichen Norwegen gedeiht *Dryas* unmittelbar am Meeresstrand.

Die Beziehungen der *Dryas* zur geologischen Unterlage werden sehr verschieden beurteilt: in der Dauphiné, im Wallis, in den Urkantonen ist sie nach Bonnier, Jaccard und Rhiner indifferent, kommt auf allen Gesteinen vor, in Kitzbüchel in Tirol, in den bayrischen Alpen, in den Karpathen, in den Gebirgen Illyriens und im Kaukasus wird sie von Unger, Sendtner, Pax[2]), Beck und Radde als ent-

---

[1]) Brockmann, H. Die Flora des Puschlavs und ihre Formationen. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. Chur 1905 (auch separat im Verlag von A. Raustein, Zürich).

[2]) Pax bezeichnet sie geradezu als „Leitpflanze des kalkreichen Substrats auf alpinen Matten" der Karpathen.

schiedene Kalkpflanze bezeichnet. Ob diese Differenzen auf ungenügende Beobachtungen oder auf wirklich verschiedenes Verhalten zurückzuführen sind, muß ich unentschieden lassen. Jedenfalls kann die Erklärung, die Christ für das Auftreten von Kalkpflanzen der Alpen (Legföhre) auf Granit in den Karpathen vorschlägt: Ersatz des trockenen Bodens durch das trockene Klima, hier nicht angewendet worden, denn die *Dryas* ist ja gerade im westlichen feuchteren Teil der Alpenkette indifferent, im östlichen trockenern speziell Kalkpflanze! Ich selbst habe Dryas wiederholt auf Urgestein gesammelt, aber ohne den Kalkgehalt des Bodens durch Analyse festzustellen. Im allgemeinen aber zieht nach meiner Erfahrung die Dryas den Kalk vor.

Die allgemeine Verbreitung der *Dryas* zeigt uns zwei weit auseinanderliegende Gebiete: einerseits das ganze mitteleurasische Gebirgssystem von den Pyrenäen bis zum Kaukasus[1]); anderseits, ohne Zwischenstationen in Mitteleuropa, ein zirkumpolar-boreales Areal.[2])

Unsere Pflanze gehört nach dieser Verbreitung zweifellos zu den „Glazialpflanzen"; daß sie ihre Wanderung zwischen ihren beiden heutigen Gebieten während der Glazialzeit ausführte, dafür haben wir unumstößliche geologische Beweise durch das Vorkommen ihrer trefflich erhaltenen und leicht zu erkennenden Blätter in glazialen Tonen, die man geradezu als „Dryastone" bezeichnet. Sie ist Leitpflanze für die dem Rückzug des Eises unmittelbar folgende Periode geworden, neben der Zwergbirke und der Polarweide, und ist in fast allen Ablagerungen derselben in Schweden, Dänemark, Großbritannien, Rußland, Norddeutschland, der Schweiz und Ungarn gefunden worden. Wir haben hier also die Verbindung zweier jetzt getrennter Areale durch fossil beglaubigte Wanderungen unter der Herrschaft anderer klimatischer Bedingungen in geologischer Vorzeit in einem geradezu klassischen Fall.

Wenn man also in der europäischen Quartärgeologie von einer „Dryasperiode", einer „Dryasflora" spricht, so meint man damit jene, für die Zeit während und nach der letzten großen Ausdehnung des Eises durch

1) Pyrenäen (fehlt aber der Sierra Nevada Spaniens!), Auvergne, Jura, Alpen, Apennin, Abruzzen, Dalmatien, Montenegro, Herzegowina, Albanien, Bosnien, Karpathen, Siebenbürgen, Macedonien, Kaukasus, aber nicht Himalaya, Tibet, Mongolei. (Ganz vereinzelt früher — noch 1837 — im mitteldeutschen Bergland am Meißner in Hessen; ob Glazialrelikt oder ob angepflanzt, ist zweifelhaft [Ascherson, briefl.]).

2) Großbritannien, Island, Faröer, Norwegen bis zum Nordkap 71°10′ und Varangerfjord, Nordschweden, Halbinsel Kola, Tundra der Samojeden („*Dryas*, eine echte Polarpflanze, erscheint erst über dem Polarkreis und der Waldgrenze, den nackten Lehmboden der Anhöhen mit ihrem dichten Rasen überziehend", sagt Schrenk), Nowaja Semlja bis 73°30′, Spitzbergen bis 80°24′, in Ural von ca. 54° NB. an, im borealen und arktischen Sibirien, auch im Altai; dann im arktischen und borealen Amerika, bis 41° NB. auf den Rocky mountain nach Süden streichend.

Fossilfunde belegte Periode, in welcher eine baumlose Zwergstrauchheide geherrscht hat. Das war die Zeit, in welcher die *Dryas* ihre jetzige Verbreitung erlangt hat. Die klimatischen Bedingungen waren damals entschieden ungünstiger als heute. Die Temperaturdepression wird von den meisten Forschern zu 4—5^0 gegenüber der heutigen mittleren Jahrestemperatur angegeben. Damit stimmt auch die Kleinheit aller fossil gefundenen Dryasblätter überein.

Wo sie entstanden, von wo sie ausgegangen ist, das läßt sich bei dem jedenfalls hohen Alter dieser erstarrten Form schwer nachweisen. Die weite circumpolare Verbreitung, die Existenz zweier gut ausgeprägten arktischen Varietäten, das Vorkommen von vikarisierenden Formen auf den europäischen und den nordamerikanischen Gebirgen lassen uns die Arktis als Entstehungsgebiet sehr plausibel erscheinen. Ob dasselbe aber wirklich die primäre Heimat ist, oder ob die Pflanze ursprünglich vom Altai, oder von amerikanischen Gebirgen ausgegangen ist, dafür lassen sich nicht einmal Wahrscheinlichkeiten anführen. Daß unsere Dryas weder in der eurasischen, noch in der amerikanischen Ebenenflora Verwandte besitzt, spricht allerdings für eine Herleitung aus dem Norden.

§ 5. **Das „Steinrösel“ oder der gestreifte Kellerhals.**

Daphne striata Trattinick

(nebst ihren Verwandten *Daphne mezereum* L. und *Daphne petraea* Leybold).

In dichten blütenreichen Büschen leuchtet uns auf steiniger Weide ein Sträuchlein entgegen, das den süßen Duft des Flieders mit dem Rot der Rhododendren und dem schmalen Blatt einer Weide verbindet: das „Steinrösel“ der Tiroler, das „Bergnägeli“ oder „Bergröslein“ der Allgäuer, die *Daphne striata* des Botanikers. Sie ist gleichsam dem Modell der Alpenrosen nachgebildet, aber in allen Stücken feiner, zierlicher, zarter.

Es ist kein Spalierstrauch, sondern ein kleiner Baum, 10—35 cm hoch; der dünne, aufrechte Stamm teilt sich dicht über der Erde in ein reiches nach allen Seiten gleichmäßig verteiltes gabelig verzweigtes Geäst; so daß die Miniaturkrone wie ein blütenbesätes Polster dem Grunde aufliegt. Die langgestreckten braunen glatten, von Blattnarben schwach höckrigen Zweige sind nur am Ende mit einem sparrigen Schirm ziemlich dichtgestellter Blätter besetzt, der wie ein Körbchen die endständige Blütendolde aus 8—12 Blüten umgibt (Fig. 70, 2).

Die Blüte hat keinen Kelch, oder besser gesagt: sie hat nur eine einzige, buntgefärbte Hülle; verschiedene Tatsachen, namentlich der Vergleich mit verwandten Formen, lassen folgende Auffassung der langröhrigen Hülle als die wahrscheinlichste erscheinen: die Röhre selbst ist ein vertiefter, ausgehöhlter Blütenstiel, ein „Achsenbecher“ oder „Receptaculum“; die vier am Rande desselben befestigten Blätter sind

Fig. 70.

Die Seidelbastarten des Alpengebiets (nat. Größe).
(Gattung *Daphne*, Sektion *Daphnanthos*.)

1. Rosmarinblättriger Seidelbart (*Daphne cneorum* L.) nur montan und subalpin, Spanien bis Rußland.
2. Steinrösel oder gestreifter Seidelbart (*Daphne striata* Trattinick), subalpin-alpin, Cottische Alpen, Ostschweiz, Bayr. Alpen, Österreich.
3. Felsrösel (*Daphne petrala* Leybold) subalpin-alpin, Südtirol, Brescianer Alpen.
4. Alpen-Seidelbart (*Daphne alpina*), subalpin, Cevennen, franz. Alpen bis Bosnien und Serbien.
5. Königsblume (*Daphne Blagayana* Fryer) Krain, Siebenbürgen, Balkanländer

(1.—3. gehören zur Subsektion *Cneorum* [immergrün, Bracteen nicht seidig behaart], 4. zur Subsektion *Alpinae* [sommergrün], 5. zur Subsektion *Collinae* [immergrün, aber seidig behaarte Bracteen]).
(Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

bunt gefärbte Kelchblätter, die mit ihrer Färbung den Schauapparat der fehlenden Krone ersetzen. Im Innern der Röhre entspringen in zwei Etagen die acht Staubgefäße, und am Grunde derselben sitzt der vollkommene kahle Fruchtknoten. Die Röhre erscheint außen fein gestreift (daher der Speziesname: *striata*).

Für die Betrachtung der Blüteneinrichtung ist es von großem Interesse, die alpine Form mit einer Verwandten aus der Ebene, der *Daphne mezereum*, dem Seidelbast (Zielande) zu vergleichen (siehe Fig. 71). Bei beiden wird der Honig von einer unter dem Fruchtknoten liegenden ringförmigen Drüse abgesondert und ist am Grunde der langen Röhre wohlgeborgen; bei beiden entwickeln sich beiderlei Geschlechtsorgane gleichzeitig („homogam"). Bei beiden nimmt das Insekt beim Herausziehen des Rüssels Pollen mit, und deponiert ihn in der nächsten Blüte auf die Narbe. Ein wesentlicher Unterschied besteht aber in der Weite und Tiefe der Röhre, und infolgedessen in der Art der besuchenden und Kreuzungsvermittelnden Insekten: „*Mezereum* schmückt mit den hellpurpurfarbenen Blumengruppen ihrer noch blattlosen Stengel im ersten Frühjahr die Wälder des Tieflands, wo ihr hauptsächlich Bienen und langrüßlige Fliegen als Kreuzungsvermittler dienen, und steigt nur bis in die subalpine Region empor[1]); *striata* dagegen verziert den oft karg begrasten felsigen Boden der Hochalpen mit ihren gewölbtflächigen, oft halbkugligen, dichtgedrängten Blumensträuchern von rosenroter bis schneeweißer Farbe und ungemein würzigem Wohlgeruch, wird ausschließlich von Faltern von mindestens 10 mm Rüssellänge (so lang ist ihre Röhre!) befruchtet und steigt nur wenig unter die Baumgrenze herab."

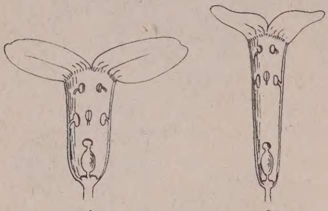


Fig. 71.
Blüten der *Daphne mezereum* L. und *Daphne striata* Tratt.
Der Länge nach halbiert ($^2/_1$).

1. *Daphne mezereum* L., eine Pflanze, welche vorzugsweise die untern Regionen bewohnt; die Blüte wird von Faltern, Bienen und Fliegen besucht.
2. *Daphne striata* Tratt., eine alpine Falterblume, durch engere und längere Röhre dem langen Schmetterlingsrüssel angepaßt (nach Nat. von C. S.).

So beschreibt Müller die blütenbiologischen Differenzen der beiden Arten, und zieht daraus den Schluß, daß *Daphne striata* aus einer weitröhrigen Stammform der Ebene durch den Falterreichtum der Alpen gezüchtet worden sei. Diese Hypothese entbehrt freilich der tatsächlichen Grundlage: denn *Daphne striata* ist höchst wahrscheinlich aus der nahe verwandten weit verbreiteten *Daphne cneorum* der montanen und unteren subalpinen Region hervorgegangen[2]), die aber genau so „falterblütig" ist wie *Daphne striata!* Loew[3]) hat ganz Recht, wenn er darauf hinweist, daß Vermutungen über Abstammungsverhältnisse

[1]) ist nicht ganz richtig! Der Seidelbast oder Kellerhals steigt häufig über die Baumgrenze! (Verf.)

[2]) Vgl. namentlich: K. v. Keissler, Die Arten der Gattung *Daphne* aus der Sektion *Daphnanthes*. — Englers bot. Jahrbücher, Bd. 25, 1898. S. 29—125.

[3]) Loew, E. Blütenbiologische Floristik. Stuttgart 1896.

nicht einseitig auf blütenbiologische Verhältnisse gegründet werden sollten. Immerhin bleibt die Tatsache bestehen, daß zahlreiche alpine Formen sich durch die spezielle Anpassung an Schmetterlinge von ihren Verwandten aus der Ebene unterscheiden.

Das Steinrösel bildet in den österreichischen Alpen eine eigene Formation, wo sie als tonangebende Pflanze auftritt: „meist findet sie sich inselförmig in die grasreichen Bergmähder eingeschaltet, hie und da wohl auch in schmalen Streifen und kleinen Gruppen an den Rand der Legföhrengehölze angeschmiegt. . . . Sie gehört ganz vorzüglich der Region des Krummholzes an, und steht etwa einen Monat nach dem Schmelzen des Schnees dort in vollster Blütenpracht“ (Kerner, Donauländer S. 209). Ihre häufigsten Begleiter sind das Buchs-Kreuzkraut, der Zwergwachholder und die naktstenglige Kugelblume (*Polygala chamaebuxus*, *Iuniperus nana* und *Globularia nudicaulis*). Gewöhnlich mengen sich zahlreiche *Ericaceen* bei und die Formation geht allmählich in eine Ericaceenheide über.

In den Schweizeralpen spielt die *Daphne* kaum mehr diese dominierende Rolle: die Steinröselformation hört westlich des Innflusses bald auf; hier ist sie aber noch besonders häufig und besonders üppig als Unterholz im Legföhrengebüsch und in den Wäldern der aufrechten Bergföhren, steigt aber mit der Ericaceenheide auch über die Baumgrenze (Piz Padella 2700 m, Sass Corriglia unweit Celerina im Oberengadin bis 2864 m, Piz Campo im Bergell bis 2520 m; in den Glarner Alpen von 1600—2360 m; in den bayrischen Alpen von 1700—2200 m.

Die Pflanze hat zwei getrennte Verbreitungsbezirke westlich und östlich der Schweiz: Der eine kleinere findet sich in Frankreich, im Departement der „Hautes Alpes“ (Lautaret à Prà-Brun, Felsen am Fuße des Combeynot; col de Rochilles oberhalb Névache; Cervières à la Case de Dubs) und in Savoyen (La Settaz und les Losettes, bei Valloires sehr selten). — Der östliche Verbreitungsbezirk hat seine Westgrenze in den östlichen Schweizeralpen (St. Gallen, nur in den Oberländeralpen, fehlt dem Alvier- und Kurfürstengebiet; Glarus, Urkantone und namentlich Bündneralpen, wo sie sehr häufig ist, und westlich bis ins Tessin ausstrahlt [Camoghé im Val Piora am Gotthard, Val Camadra, bis hinunter ins Val Colla]); die nordöstliche Vegetationslinie zieht von der Benediktenwand in Bayern nach Schwaz in Südtirol und von da nach Heiligenblut am Großglockner, und weiterhin über das Pustertal und die südlichen Ausläufer der Alpen (südliches Steiermark, Kärnten, Venetien, Vicentin) (Kerner). Die Nordgrenze geht von den St. Galler Oberländer Alpen über den „Vorderzug“ der bayerischen Kalkalpen. Im Süden findet sie sich noch im Veltlin, bei Bergamo, in den Alpen von Brescia, Pelmo bei Belluno und Monte Selva am Gardasee.

Sie bevorzugt ganz entschieden den Kalk, hält sich in ihrer Ver-

breitung mehr an die nördliche und südliche Kalkkette, und tritt in der Schweiz nirgends so massenhaft und üppig auf, als auf den Kalken und Dolomiten des Ofengebiets.

Mit dem hohen Norden hat das Steinrösel nichts zu tun: es gehört zu derjenigen Gruppe, welche CHRIST als die Charakterpflanzen der Alpen bezeichnet, kommt außerhalb derselben nirgends vor.[1]) Die Verwandtschaftsverhältnisse bieten uns hier einen deutlichen Fingerzeig: unser Strauch ist nächstverwandt mit der *Daphne cneorum*, die in weiter Verbreitung von Spanien über die Pyrenäen, Sevennen, Alpen und Jura, Süddeutschland, Österreich bis Serbien, Bosnien und Rußland (Wolhynien) zieht, als Kalkpflanze der montanen und unteren subalpinen Region. Aus ihr ist wohl die *striata* hervorgegangen,[2]) als eine den alpinen Bedingungen besser angepaßte Art, und innerhalb des Verbreitungsbezirks der Stammart nach obenhin dieselbe ersetzend.

An *Dahpne cneorum* und *striata* schließt sich noch ein ausgeprägtes Felsensträuchlein eines engen Bezirkes der südlichen Kalkalpen an, die *Daphne petraea* Leybold, das Felsrösel (Fig. 72). „Sie ist eine echte Felspflanze, die gleich *Rhamnus pumila* L. ihre knorrigen zerbrechlichen Stämmchen tief in die Sprünge der Dolomitwände einbettet und zwar so dicht, daß sich nicht selten mit einiger Vorsicht ein ganzes Exemplar vom Felsen abtrennen läßt, auf dessen unterer Fläche, einem Gewirre dicht verschlungener Ästchen, man alle Unebenheiten des als Unterlage dienenden Felsens erkennen kann."[3]) Sie unterscheidet sich

---

1) Es ist wohl nur ein Versehen, wenn PAMPANINI (Essai sur la géographie botanique des Alpes et en particulier des Alpes Sudorientales, Fribourg 1903) die *Daphne* als „Espèce pyrénéenne-pannonique bezeichnet und auf den Verbreitungskärtchen auch die Pyrenäen angibt; im Text hat er ganz richtig nur die Alpen angegeben.

2) Die Unterschiede sind folgende (siehe v. KEISSLER, a. a. O.):

	Wuchs	Zweige	Blütendolden	Deckblätter d. Blüten	Achsenbecher (Blütenröhre!)
Daphne cneorum	Äste doldig-traubig Blätter zerstreut	behaart	6—8-blütig	laubblattähnlich, fast so lang wie die Blüten	behaart, nicht gestreift
Daphne striata	Äste gabelig, Blätter am Ende der Äste gehäuft	kahl	8—12-blütig	trockenhäutig nur $^1/_3$ so lang wie die Blüten	kahl, längsgestreift (selten ganz schwach behaart!)

Der Monograph der Sektion *Daphnanthes* hält deshalb wohl mit Recht daran fest, das *Daphne striata* eine wohlunterschiedene Art, und nicht bloß eine Abart von *D. cneorum* sei.

3) LEYBOLD, FR. in „Flora" 1855, S. 346.

Fig. 72.

Das Felsrösel der Judicarischen Alpen (*Daphne petraea* Leybold).

Facsimile der Originaltafel des Autors, in der Zeitschrift „Flora", Bd. 38, 1855.

A. Ganze Pflanze, dem Felsen angepreßt, in natürl. Lage und Größe. B. Ein Deckblatt. C. Blüte, aufgeschnitten und ausgebreitet, vergrößert. D. Ein Laubblatt, vergrößert. E. Querschnitt durch dasselbe.

von beiden anderen Arten durch die dicken, ledrig starren Blätter ohne Stachelspitzchen, ihre wenigblütige Döldchen flaumig behaarter Blüten und ihre kurzen Bracteen (nur $^1/_4$ so lang als die Blüten). Sie findet sich in Spalten der Dolomitfelsen der subalpinen und alpinen Region, in Iudicarien (zwischen Garda- und Iseosee) und den Brescianeralpen [Monte Nota, M. Casette, Tremalz, M. Tombéa, Priu, alle Rocche del Alpo nach Leybold; Vestinotal, Valle d'Ampola, Storo, Corna Blanca nach Keissler; Monte Corno bei Ala, östlich vom Monte Baldo, und Val di Ledro nach Pampanini].

Einen noch beschränkteren Verbreitungsbezirk hat die ebenfalls an *Daphne cneorum* sich anschließende *Daphne arbuscula* Celakovsky, die einzig und allein auf den Kalkfelsen der Burg Murany im Comitat Gömör in den ungarischen Karpathen gefunden wurde.

§ 6. **Der niedere Wegdorn.**
(*Rhamnus pumila* Turra.)

An sonnigen Kalkfelsen der Alpen — selten an anderem Gestein![1]) — treffen wir hie und da eine grüne Bekleidung, die von weitem an Efeu erinnert; treten wir näher, so finden wir einen Strauch, der mit dem Felsen verwachsen scheint. Sein knorriges, reich verzweigtes Astwerk entspringt einem gedrungenen Stamm oft von ansehnlicher Dicke, der aus einer Felsspalte vorquillt und sich sofort in die allseitig ausgebreiteten graulichen Schlangen der Zweige teilt, die wie um ein Medusenhaupt am Felsen sich emporringeln. Sie schmiegen sich ihm fest an, und sind oft so in die Spalten eingezwängt, daß sie wie eine plastische Masse dieselben gleichsam ausgießen. Sucht man die Pflanze loszulösen, so brechen die Äste wie Glas und es gelingt schwer, sie loszureißen, obwohl von Haftwurzeln keine Spur zu sehen ist.

Dieses merkwürdige Gewächs ist der niedrige oder kriechende Wegdorn, *Rhamnus pumila* Turra. Er gehört der Familie der Wegdorngewächse (*Rhamnaceen*) an, die mit den Weinreben, den Pfaffenkäppchen usw. verwandt sind. Die Zweige sind „lichtfliehend" („negativ heliotropisch"),[2]) wie die des Efeu; sie haben die Tendenz, vom Lichte sich wegzuwenden und der dunkeln Unterlage sich anzuschmiegen. Eine bestimmte Orien-

[1]) Auf Gneißfelsen am Gipfel des Seehorns ob Davos, leg. von Tavel; auf Gneiß am Wege von Cavaglia nach Alp Palü im Puschlav leg. Brockmann; auf Glimmerschiefer bei Saas Fee leg. C. S.

[2]) Es scheint der Grad ihrer Lichtscheue von der Intensität der Beleuchtung abzuhängen, wie das auch anderwärts beobachtet wurde. Wenigstens findet man bei Exemplaren an schwächer belichteten Stellen die Zweige oft dem Lichte entgegengestreckt.

tierung durch die Schwerkraft, wie die Triebe der „Erdbäume“, erhalten die Zweige unserer Felsenpflanze nicht: so kommt es, daß sie vom Stammende aus allseitig, nach unten und oben, nach links und rechts gleichmäßig den Fels mit ihrem Gitterspalier bedecken. Hat sich ein junger Zweig in eine Felsspalte hineingedrückt, so füllt er bei seinem ständigen Dickenwachstum dieselbe allmählich ganz aus. Das ganze Flechtwerk der rauhen Zweige sieht einer den Fels umklammernden Wurzel täuschend ähnlich (Fig. 73). Die Stämmchen zeigen oft ansehnliche Dicke, aber sehr enge Jahrringe: ein 21jähriger Stamm von Samaden (2000 m) zeigte einen Durchmesser von nur 5 mm, und eine mittlere Ringbreite von 0,12 mm (Rosenthal).

Fig. 73.

Ein Spalierstrauch des niedern Wegdorns (entblättert!).
(*Rhamnus pumila* Turra.)
(1/10 nat. Größe.)

Vom Stamm aus, der aus einer Felsspalte hervortritt (in der Mitte der Figur!), breiten sich schlangenähnlich die gekrümmten knorrigen Äste allseitig aus, dem Felsen sich anschmiegend. (Orig. Phot. nach einem Exemplar von einem Bündnerschieferfelsen ob. Cresta-Avers bei 2000 m.)

Die jungen Zweige sind fein flaumig; die Blätter abwechselnd, gestielt, jederseits mit 5—11 Paaren von bogenförmig nach vorn gekrümmten Seitennerven versehen (Fig. 74). Die Blüten (Fig. 75) sind 4zählig, selten 5zählig, zwittrig oder z. T. eingeschlechtig, klein, unscheinbar grünlichgelb gefärbt, aber deutlich honigduftend. Die 4 großen Kelchblätter bilden den Schauapparat; die Blumenblätter, die vor den Staubgefäßen stehen, sind winzig oder ganz verkümmert (Fig. 75, P). Der Stempel ist von einer dicken ringförmigen Honigscheibe umgeben. Die zahlreichen Besucher (Steinwespen, Käfer, Fliegen) werden durch die Lage der

Sexualorgane bedingte Fremdbestäubung ausüben. Die Frucht ist eine kleine saftige Steinfrucht.

Auf den Blättern finden sich hie und da die gelben, mit vorragenden Sporenbecherchen besetzten Flecken eines Rostpilzes (*Aecidium Rhamni* Gmelin) (Diemtigental, Meerenalp Kt. Glarus, Avers).[1]

Fig. 74.

Zweige und Blattvariation beim niedrigen Wegdorn.
(*Rhamnus pumila* Turra.)
(Nat. Größe.)

1 u. 2. Vom Seehorn ob. Davos bei 2150 m. 3 u. 4. Aus dem Mühlebachtal ob. Engi Kt. Glarus (Blätter auffallend stumpf!). 5—7. An einem Felsblock bei Andeer, bei ca. 980 m. 8. Bei Marschlins unweit Landquart ca. 600 m. 9. Blühender Zweig vom Seehorn ob. Davos 2150 m. 10. Fruchtzweig von einem Felsen ob. Cresta-Avers bei ca. 2000 m. (Orig. Phot. nach getrocknetem Material.)

Der kriechende Wegdorn ist eine ausschließliche typische Felsenpflanze der nördlichen und südlichen Kalkalpen, von der Dauphiné bis nach Kärnthen, Krain und Steyermark, vorzugsweise in der subalpinen

---

[1]) Siehe E. Fischer, Die Uredineen der Schweiz. Bern 1904. S. 529.

Region zu Hause, aber bis hoch in die Alpenregion steigend: Piz Curvèr 2620 m nach J. Braun, Piz Padella 2790 m nach Brügger, neuerdings aber dort nicht mehr gefunden; in den bayerischen Alpen bis 2029 m, im Wallis bis 2200 m, in den Waadländer Alpen bis 2100 m, Glarner Alpen bis 1850 m. Anderseits geht unser Strauch, wie ja viele Felsenpflanzen, an zusagenden Standorten sehr tief hinab: bis 350 m

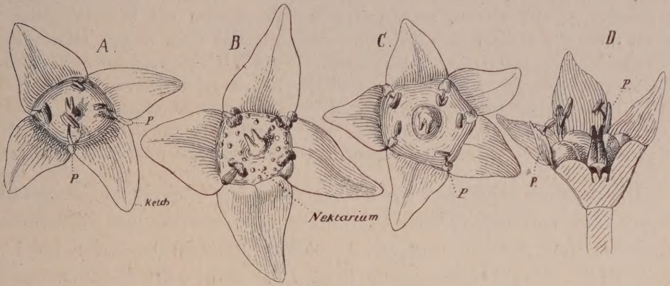


Fig. 75.

Blüten des niedrigen Wegdorns (*Rhamnus pumila* Turra) (10/1).

A. Eine 4zählige Blüte mit den großen Kelchblättern; von den Kronblättern (P) sind nur 2 ausgebildet. Die beiden Staubgefäße links sind noch nicht geöffnet, die beiden rechts sind entleert. B. Eine 4zählige Blüte ganz ohne Kronblätter. Alle Staubgefäße sind mit Pollen bedeckt. Auf dem Nectarium, welches als fleischige Scheibe die zwei Griffel umgibt, sind Honigtröpfchen sichtbar. C. Eine 5zählige Blüte, bei der alle Kronblätter ausgebildet sind. D. Längsschnitt durch dieselbe (nach H. Müller-Lippstadt, Alpenblumen, S. 170).

am Ufer des Luganersees, bis 400 m auf den Felsenhügeln von Valère und Tourbillon bei Sitten im Wallis, 900 m in den Waadtländeralpen; ca. 600 m bei Schwanden, Kt. Glarus, 877 m am Calvarienberg bei Füssen (Bayern).

Die Pflanze gehört zu den in der Alpenkette heimischen Arten (eudemisch-alpines Element Christs), strahlt aber nach Westen in die Pyrenäen und nach Spanien, nach Süden weit ins continentale Italien aus. Sie ist nahe verwandt mit dem aufrecht-strauchigen Alpen-Wegdorn (*Rhamnus alpina* L.) und nicht immer leicht von demselben zu unterscheiden.

§ 7. Die herzblättrige Kugelblume.

(*Globularia cordifolia* L.)

Zu den felsenbewohnenden Spaliersträuchern von vorwiegend „praealpiner" Verbreitung und von ganz ähnlicher pflanzengeographischer Natur wie die Schneeheide gehört die herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia* L.). Die Äste und Zweige schmiegen sich aktiv dem

Felsen an und bilden ein teppichartiges Geflecht, das einen wirksamen Rechen und Sammler für den vom Fels herabrieselnden Humus und Detritus bildet,[1]) in den sie dann ihre Würzelchen senkt. Auch Ritzen und Felsvorsprünge weiß sie auszunützen, und an solchen Stellen durch ihre dichten Rasen alle Konkurrenten aus dem Felde zu schlagen.

„Ich beobachtete gleich nach dem Niedergang einer größeren Wandpartie, wie an ganz glatten, fast senkrechten Wänden sämtliche Globulariarasen prall mit Humus gefüllt waren, und während rings herum die Wände völlig rein blieben oder die Gräser auf den Rasenbändern von dem Segen zu Boden gedrückt waren, schauten die blühenden Rosetten der Globularia aus der schwarzen Erde hervor, just wie wenn ein Gärtner sie eben in ein Beet versetzt hätte; denn ihre z. T. bogig gekrümmten Blätter sind elastisch und straff genug, um bei einer solchen Bestreuung fortwährend wieder emporzuschnellen und den Humus nur zwischen das Netzwerk der niederliegenden Äste fallen zu lassen.“ (Oettli.)

Die anfangs krautigen, später verholzenden dunkeln ausläuferartigen Zweige sind entfernt beblättert, bilden aber endständige Blattrosetten, aus denen die nackten oder mit 1—2 Hochblättern besetzten bis 11 cm hohen Blütenstengel entspringen (Fig. 76). Die derb ledrigen dunkelgrünen Blätter sind klein, 2,3—3,5 cm lang, 6—8 mm breit, verkehrt herzförmig, am Grunde keilig verschmälert, nach vorn verbreitert und meist ausgerandet oder kurz dreizähnig; nur bei der forma *bellidifolia* Tenore, die hin und wieder unter der andern vorkommt, sind die Blätter vorne abgerundet und kurz bespitzt.

Die Blüten sind in großer Zahl zu einem kugeligen Köpfchen von bis 2 cm Durchmesser vereinigt, das von eiförmigen spitzen flaumigen Hüllschuppen umgeben ist. Die Einzelblüte hat eine blaue (selten weiße) Krone, welche im Grunde einer etwa 3 mm langen und engen Blumenröhre den von einer Drüse am Grunde des Fruchtknotens ausgeschiedenen Honig birgt (Fig. 77). Die Krone ist zweilippig, die Unterlippe mit 3 langen blauen, die Oberlippe mit 2 kurzen weißen Zipfeln versehen (Fig. 77, B). Die Blüte ist sehr stark protogyn („vorweibig“); schon in der Knospe (Fig. 77, A) ragt der Griffel weit heraus und im ersten Blütenstadium ist die Narbe längst belegungsfähig, während die Staubbeutel noch geschlossen sind. Später freilich strecken sich die Staubfäden beträchtlich, so daß die Beutel auf gleicher Höhe mit der Narbe oder noch höher liegen und also Selbstbestäubung möglich ist.

Die Hauptbestäuber sind Schmetterlinge.

---

[1]) Siehe Oettli, Max, Beiträge z. Ökologie d. Felsflora; Untersuchungen aus dem Curfirsten- und Sentisgebiet. — Jahrbuch d. St. Gall. nat. w. Ges. 1902. — Auch separat als Heft 4 der Serie: Botanische Exkursionen u. pfl.-geogr. Studien aus d. Schweiz, herausgeg. v. C. Schröter. (Verlag von A. Raustein.)

Fig. 76.

Blühende Triebe der herzblättrigen Kugelblume
(*Globularia cordifolia* L.) (in nat. Größe).

1. Vom Fuß der Geigerfluh im Sihltal, bei ca. 1000 m; Blätter besonders breit. 2. Von den Bündnerschieferfelsen der Klus bei Felsenbach am Eingang des Prättigau, ca. 580 m; Blätter auffallend schmal. 3. Vom Rande der Axenstraße unweit Brunnen, bei ca. 500 m. 4. Von Rigistaffel ca. 1700 m. (Orig. Phot. nach getr. Material.)

Die Kugelblume ist mit ihren Formationsgenossen Schneeheide und Kreuzblume (*Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus*) eine Bewohnerin der Felsenheide bis wenig über die Baumgrenze hinaus; in den bayerischen Alpen von 406—2210 m, in St. Gallen und Appenzell von 1200 bis

2142 m (Gipfel der „Freiheit“ im Säntisgebiet), in den Waadtländer Alpen von 400—1200 m, in Wallis von 400—2460 m, im Berner Oberland bis über 1800 m, in Graubünden bis 2630 m (Aroser Weißhorn und Halbihorenpaß nach J. BRAUN). Im Alpenvorland steigt sie weit herab: auf den bayerischen Heidewiesen der Ebene und bewachsenem Flußkies bis 400 m, an den praealpinen Schweizerseen bis herab zum Spiegel (Walensee 423 m, Vierwaldstättersee 437 m, auch im Süden: am Luganersee bei Gandria bis 280 m). Sie zieht den Kalkfels vor; in Bayern bewohnt sie Kalk, Dolomit, Mergel, Nagelfluh und sogar reinen Tuff; in Niederösterreich trockene, grasige steinige Stellen, Felsen und Felsschutt der Kalkberge von der Bergregion bis ins Krummholz.

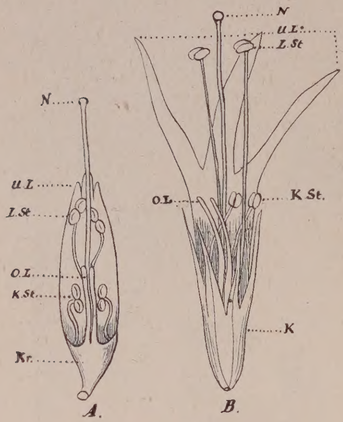


Fig. 77.

Blüten der herzblättrigen Kugelblume (*Globularia cordifolia* Linné) (7/1).

A. Blütenknospe nach Entfernung des Kelchs. Kr. = Kronröhre. K.St. = die 2 kurzen Staubgefäße. O.L = Oberlippe der Krone, aus zwei langen, schmalen Zipfeln bestehend L.St = die 2 langen Staubgefäße. U.L = Unterlippe der Krone, mit 3 Zipfeln. N = Narbe. B. Blüte in voller Entwicklung, von oben gesehen. K = Kelch; die Behaarung desselben ist weggelassen (die Bedeutung der übrigen Buchstaben wie bei A). — (Nach H. MÜLLER-Lippstadt, Alpenblumen, S. 326.)

Die Kugelblume ist eine Pflanze des Alpenbogens und des mediterranen Südens [1]) und weist auch durch ihre Verwandtschaft nach Süden: die 20 Arten der kleinen Familie (davon 17 zur Gattung Globularia gehörig) sind im mediterranen Europa, in Socotra und Makaronesien (Madeira, Canaren, Capverden) zu Hause. Es erscheint also zweifellos, daß *Globularia cordifolia* zum „mediterranen“ Element der Alpenflora gehört.

§ 8. **Die Weiden (Salices) der alpinen Region.**

§§ 1. **Die Gletscherweiden.**

(Gruppe der „*Glaciales*“.)

Die dem hochalpinen und arktischen Klima am besten angepaßten Gletscherweiden sind niederliegende oder ganz in den Boden geschlüpfte Sträuchlein, deren Kätzchen an beblätterten und knospentragenden

---

1) Pyrenäen, Alpen von der Dauphiné bis zum Wiener Schneeberg, Jura, Ungarn, Siebenbürgen, Kroatien, Balkanländer und Italien.

Kurzzweiglein endständig sind. Die Knospenzahl eines Triebes beträgt bei *Salix retusa* höchstens 6, bei *herbacea* und *reticulata* dagegen nur 2—3; bei letzteren sind nach KERNER fast sämtliche Knospen Blütenknospen und die Belaubung also fast auf die blühenden Triebe beschränkt (nichtblühende Laubtriebe siehe Fig. 89, 2. u. 5); bei der üppigsten der drei, der *S. retusa* dagegen ist meist die oberste Seitenknospe eine Laubknospe. Die Kätzchen entwickeln sich gleichzeitig mit dem Laube und besitzen einfarbige Schuppen, d. h. die ganze Kätzchenschuppe ist gleich gefärbt, nicht an der Spitze dunkler.

§§§ 1. Die netzblättrige Weide.
(*Salix reticulata* L.)

Diese Gletscherweide ist ein kleines „Erdholz" mit niederliegenden, knorrigen, gewundenen, überall wurzelnden, kriechenden Stämmchen, die bei engsten Jahrringen ein hohes Alter erreichen können.

Ein 41jähriges Stämmchen vom Albulahospiz zeigte Jahrringe von 0,104 mm durchschnittlicher Breite; SCHLAGINTWEIT[1]) fand an den Abhängen des Lüterkopfs bei 2177 m eine 12jährige Pflanze mit nur 0,09 mm breiten Jahrringen; LAZNIEWSKI[2]) fand an einem 5jährigen Exemplar im Münchener bot. Garten 0,54 mm breite Jahrringe, an einem solchen von 2300 m ü. M. vom Albula 0,12 mm; ein noch besseres Maß für die Abnahme der Ringbreite mit der Höhe gibt die Angabe von ROSENTHAL, wonach ein 3jähriges Stämmchen im bot. Garten in Dahlem bei Berlin 0,8 mm Jahrringbreite zeigt, während die 3 ersten Jahrringe des oben genannten Exemplars von 2400 m nur 0,308 mm besaßen. Beide Beobachter (ROSENTHAL u. LAZNIEWSKI) stellten ferner übereinstimmend fest, daß die hochalpinen Exemplare eine bedeutend stärkere Entwicklung der speziell wasserleitenden Elemente (der Gefäße) des Holzes zeigten, was sie wohl mit Recht mit der gesteigerten Transpiration der hochalpinen Standorte in Verbindung bringen.

Die Wurzeln fand HESSELMAN (a. a. O.) bei den untersuchten arktischen Exemplaren (von der Bären-Insel und von Spitzbergen) stets mit einem äußerlichen Pilzmantel umgeben („ektotrophe Mykorrhizen").

In der Beblätterung ist diese Weide wohl das zierlichste unserer alpinen Laubgehölze (Fig. 78): die kurzen, in ein Kätzchen endigenden knorrigen Zweige sind nur mit 1—3 Blättern versehen; auf langem oft schön rotem Stiel[3]) sitzt eine derbe, vollkommen kreisrunde oder ovale Spreite, oberseits glänzend dunkelgrün mit deutlichem Geäder; drehen

---

[1]) SCHLAGINTWEIT, H. u. A., Untersuchungen über d. physikal. Geographie d. Alpen. Leipzig 1850, S. 582.

[2]) LAZNIEWSKI, Beiträge zur Biologie der Alpenpflanzen. — Flora 1896. Bd. 2. Heft III.

[3]) Durch die langen Stiele unterscheidet sich die netzblättrige Weide scharf von allen übrigen europäischen Salices; sie nähert sich dadurch, wie durch die Gestalt der Honigdrüse, den Pappeln.

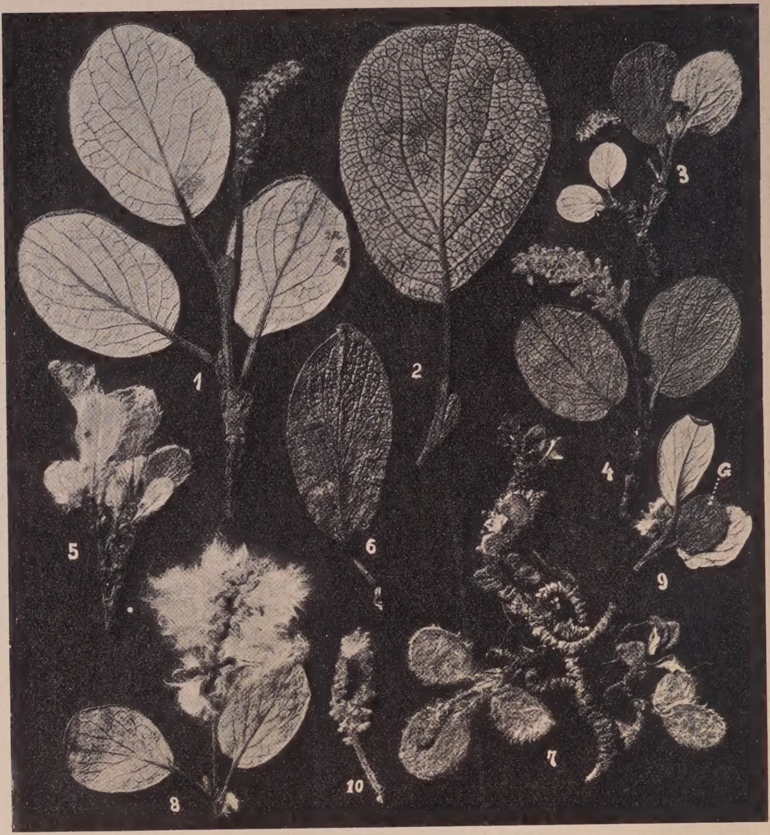


Fig. 78.

Zweige, Kätzchen und Gallen der netzblättrigen Weide (*Salix reticulata* L.) (nat. Größe).

1. Blühender Zweig einer männlichen Pflanze, aus dem Avers (Kt. Graubünden, bei ca. 1900 m). Am Grunde des dreiblättrigen diesjährigen Triebes, der in ein männliches Kätzchen endigt, sieht man die stehengebliebene, vom Triebe durchbrochene Knospenschuppe des letzten Jahres. Die Blätter wenden dem Beschauer die hellgefärbte (aber kahle!) Unterseite mit dem scharf ausgeprägten Adernetz zu; sie tragen in ihrer Achsel schon die fertig vorgebildeten Knospen für das nächste Jahr. 2. Besonders großes Blatt (43 mm × 32 mm, beinahe Maximalgröße!) von demselben Exemplar, von der Unterseite gesehen. 3. Blühender Zweig einer männlichen Pflanze mit besonders kleinen Blättern (7 mm × 6 mm) vom Kühbodental am Gerenpaß in Wallis, bei 2300 m leg. O. Heer. 4. Blühender Zweig einer weiblichen Pflanze mit mittelgroßen Blättern, vom Gotthard (1800 m). 5. Zweige der seidenhaarigen Abart (var. *sericea* Gaudin) vom Albulapaß, 2100 m. 6. Besonders schmales und langes Blatt (33 mm × 17 mm) von oben gesehen (Avers). 7. Gekrümmte knorrige Zweige eines besonders kleinblättrigen Exemplars der var. *sericea* Gaudin vom Hochgrätli im Avers, bei 2600 m. 8. Fruktifizierendes Exemplar, vom Findelengletscher bei Zermatt, 2300 m ü. M. 9. Blatt mit der kugeligen, erbsengroßen, im frischen Zustand orangeroten Galle (G) einer Gallmücke (*Nematus gallarum* Hartig) von der Capettaalp im Avers bei ca. 2500 m. 10. Weibliches Kätzchen mit kugelig angeschwollenen Fruchtknoten; Fruchtgalle einer *Cecidomyiine*, einer Gallmückenart, von der Capettaalp im Avers bei 2500 m. (Orig. Phot. nach getrocknetem Material.)

wir das Blatt um, so sind wir überrascht durch den zarten bläulichweißen Ton der Unterseite, auf dem das stark vorspringende kräftige Adernetz in rötlichen Linien sich scharf abzeichnet (Fig. 78, 1, 2). Die Dimensionen variieren sehr, Länge 17—45 mm, Breite 16—32 mm (Fig. 78, 2, 3), auch die Bezahnung und Behaarung; die jungen Blätter sind stets behaart. Bei der seidenhaarigen Abart (var. *sericea* Gaudin) sind auch die ausgewachsenen Blätter beiderseits lang behaart (Fig. 78, 5, 7); sind gleichzeitig die Blattränder an der Basis mit Drüs'chen besetzt, so

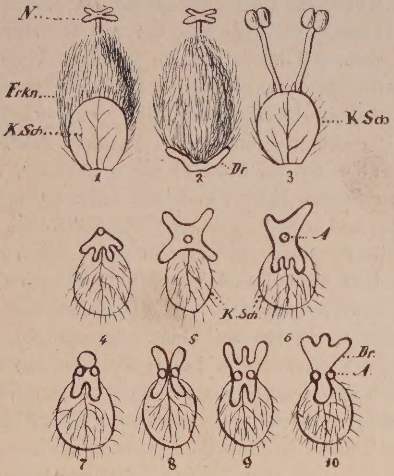


Fig. 79.

Blüten der netzblättrigen Weide.
(*Salix reticulata* L.)

1. Weibliche Blüte von außen, mit der Kätzchenschuppe (KSch.), den dicht behaarten Fruchtknoten (Fr.kn) und der 4 spaltigen Narbe (N) auf dem kurzen Griffel ($^{10}/_1$).
2. Dieselbe, von innen gesehen, mit der Drüse (Dr.) am Grunde ($^{10}/_1$).
3. Männliche Blüte von außen, aus 2 Staubgefäßen in der Achsel der Kätzschenschuppe (K.Sch.) bestehend ($^{10}/_1$).

4—6. Verschiedene Formen der Drüse der weiblichen Blüte; die Kätzchenschuppe ist herabgebogen, der Stempel entfernt; das Kreischen A bezeichnet dessen Ansatzstelle ($^{14}/_1$).

7—10. Verschiedene Formen der Drüse in der männlichen Blüte; die 2 Kreise A bedeuten die Anheftungspunkte der Staubgefäße ($^{15}/_1$) (nach A. Toepffer in Österr. bot. Zeitschr. 54. Jahrg. Nr. 5. Mai 1904).

haben wir die var. *vestita* Kerner, von ihrem Autor als die Form der Schieferalpen bezeichnet. Gewöhnlich sind aber die Blätter ganzrandig und zur Blütezeit wenigstens oberseits vollkommen kahl (var. *integrifolia* Kerner, nach ihm die Form der Kalkalpen). Im hohen Norden (Nowaja Semlja) kommt eine Abart mit fein gesägtem Blattrand vor (var. *denticulata* Lundström); Formen mit am Grunde keilförmigen Blättern wurden von

Bornmüller als var. *cuneata*, solche mit sehr großen kreisrunden Blättern von Schur als var. *subrotunda* bezeichnet.

Die weiblichen Kätzchen sind zylindrisch, reichblütig, 8—22 mm lang, 4—5 mm breit, mit zierlichen roten Narben. Von allen anderen Weiden ist *reticulata* verschieden durch die einfarbig roten Kätzchenschuppen und durch die Form der den Fruchtknoten (und in den männlichen Blüten die Staubgefäße) am Grunde umgebenden Honigdrüse:[1]) sie ist in mannigfaltiger Weise gelappt, manchmal schwach becherförmig und dadurch an den Becher der verwandten Pappeln erinnernd[2]) (Fig. 79). Die männlichen Kätzchen sind 10—20 mm lang, die Staubkolben vor den Aufblühen intensiv rot gefärbt. Ob die Übertragung des Pollens auf die Narben der weiblichen Stöcke auf den Alpen durch Insekten geschieht, wie Müller vermutet, oder auch durch den Wind, wie es Warming in Grönland beobachtete, ist nicht entschieden; Müller sah nur einmal einen Schmetterling an den Blüten saugen. Der Fruchtansatz ist aber ein reichlicher; die minimalen, mit langem Haarschopf versehenen Samen (Fig. 78, 8) sind äußerst flugfähig.

Nicht selten finden sich gelbe Flecken auf den Blättern, hervorgebracht durch die Sommer- und Herbstsporen eines Rostpilzes (*Melampsora*), der vielleicht eine zweite Fruchtform (*Caeoma*) auf der Lärche oder auf Steinbrech-Arten erzeugt (siehe Fischer, a. a. O., S. 487 u. 497).

Die netzblättrige Weide ist kein ausgesprochener Xerophyt, sie zeigt nur schwache Vorkehrungen gegen Trockenheit: die Unterseite des Blattes ist wachsbedeckt und die stark vorragenden Nerven schützen die Spaltöffnungen einigermaßen, aber die breite Blattfläche und die starke Entwicklung der Gefäße im Holz sind Anzeichen eines kräftigen Wasserstroms. In der Tat liebt sie feuchte schattige Lagen, ist weder ausgesprochene Felsen- noch Schuttpflanze, sondern bedarf ausgiebiger humöser Erdlage zwischen den Steinen. Häufig tritt sie als Bestandteil der alpinen Ericaceenheide auf. Sie findet sich auch oft dem Wildheurasen der Rostseggenhalde in feuchten Runsen beigemengt (*Carex ferruginea*), und siedelt sich nicht selten an feuchteren und steinigeren Stellen der Milchkrautweide an. Hier überzieht sie mit ihrem Spalierrasen die Steine und webt allmählich eine Vegetationsdecke über dieselben. Auch im hochalpinen Polsterseggenrasen (*Carex firma*) an nördlich exponierten Lagen kommt sie vor. Sie steigt bis zu großen Höhen: in den bayerischen Alpen von 1700—2275 m, in St. Gallen und Appen-

---

[1]) Dieselbe wird entweder als verkümmerte Blütenhülle, oder als eine Effiguration der Blütenaxe (Discus, Torus) bezeichnet; eine sichere Entscheidung ist kaum möglich.

[2]) Kerner hat deshalb vorgeschlagen, aus *Salix reticulata* eine eigene Gattung (*Chamitea*) zu bilden; diese Anschauung ist aber mit Recht nicht durchgedrungen, und von ihm selbst später wieder aufgegeben worden.

zell von 1600 m an aufwärts, in den Glarner Alpen bis 2500 m, im Puschlav bis 2450 m, im Bergell bis 2630 m, in Nordbünden bis 2820 m (Günerhorn im Lugnetz nach Braun); in den Waadtländer Alpen ist sie von 1500—2400 m, im Wallis von 1500—3185 m (am Mte. Rosa) verbreitet, bevorzugt aber die Region von 1800—2500 m; in Niederösterreich findet sie sich in der Alpenregion der Kalkalpen (Schneeberg, Rax, Schneealpe, Ötscher). Auch sonst bevorzugt sie den Kalk. Tiefe Standorte sind wenige bekannt, wohl aber gedeiht sie in Kulturen vortrefflich.

Ihre allgemeine Verbreitung ist eine ungemein weite: sie besiedelt die meisten Hochgebirge der nördlichen Halbkugel und ist in der arktischen Zone sehr verbreitet.[1]) Sie zählt zu den verbreitetsten Arten des arktischen Elementes unserer Alpenflora; Engler[2]) rechnet sie zu den „uralten Glazialpflanzen", die schon in der Tertiärperiode auf den Gebirgen der Arktis entstanden sein mußten, und von da in die Gebirge der gemäßigten Zone gelangten (neben *Salix polaris* und *herbacea* usw.); daher fehlen in den unteren Regionen dieser Gebirge nähere Verwandte derselben. Die postglaziale Wanderung der netzblättrigen Weide in dem Gebiete zwischen dem nordischen Inlandseis und den Alpengletschern ist durch eine Reihe von Fossilfunden sicher bewiesen. Ihre trefflich erhaltenen und ungemein charakteristischen Blätter sind ein häufiger Einschluß der postglazialen „Dryastone"; sie wurden in Schweden, Dänemark, Großbritannien, Rußland, Norddeutschland und der Schweiz (Schwerzenbach Kt. Zürich, Mellingen Kt. Aargau) in diesen Glazialtonen nachgewiesen. Wir haben also auch hier wieder den Fall, daß zwei jetzt völlig getrennte Areale (Alpen und Arktis) durch fossile Funde verbunden erscheinen.

§§§ 2. **Die stumpfblättrige Weide und die quendelblättrige Weide.** (*Salix retusa* Linné und *Salix serpyllifolia* Scopoli.)

Mitten auf der blumigen Alpenmatte liegt ein Felsblock, herabgerollt vom benachbarten Hang; er reicht uns etwa bis zum Knie; seine senkrechten Seitenwände sind nackt, aber auf seiner Oberfläche breitet sich ein dichter grüner Teppich. Er besteht aus dem flach ausgebreiteten dichtverflochtenen Ast- und Zweigwerk eines kleinen Strauches; die Zweigenden tragen zierliche Kätzchen mit Pollenblüten, deren Staubbeutel vor dem Stäuben rot, beim Stäuben gelb gefärbt sind, und so ein hübsches Farbenspiel gewähren. Wir greifen in das Zweigwerk hinein und probieren es abzuheben; es löst sich glatt vom Felsen und nun erst entdecken wir einen knorrigen gewundenen Stamm, der vom Boden herkommt, und sich auf dem Felsen in jenes Spalier ausbreitet (Fig. 80).

[1]) Pyrenäen, Alpen, Jura, Karpathen und Siebenbürgen bis zum roten Turm-Paß, Island, Schottland, Norwegen, Schweden, Ural und Altai, (fehlt Kaukasus und Himalaya), ganze Arktis bis Spitzbergen und Novaja Semlja, immerhin im arktischen Amerika und in Grönland weniger häufig.

[2]) Engler, A., Versuch einer Entwicklungsgeschichte d. Pflanzenwelt. Leipzig 1879. I S. 145.

Fig. 80.
Ein Pionierstrauch der stumpfblättrigen Weide
(*Salix retusa* Linné) ($^1/_6$ nat. Größe).
Der Stock hatte über einen Kalkfelsblock seinen Spalierrasen gebreitet, während der dicke Stamm die Verbindung mit den Boden herstellte; der Stock stammt von der Weide der Tschingelalp am Südhang der Curfirsten bei ca. 1580 m. (Orig. Phot. nach trock. Material.)

Es ist die stumpfblättrige Weide (*Salix retusa* L.), die sich besonders gerne in dieser Rolle eines Pioniers der Vegetation, eines ersten Übergrüners nackter oder felsiger Stellen der Weide gefällt, wie auch ihre Abart, die quendelblättrige Weide (*Salix serpyllifolia* Scopoli).

Sie ist ein ausgesprochener Spalierstrauch, aber mit deutlicher Stammbildung; die kleinen Bäumchen können ein beträchtliches Alter erreichen. Lazniewski u. Rosenthal (a. a. O.) geben über Alter, Jahrringbreite und Anteil der Gefäße (also der wichtigsten wasserleitenden Elemente des Holzes) folgende Tabelle:

Salix retusa L.

	Ort der Herkunft	Höhe ü. M.	Alter	Jahrringbreite in Millim.	% Anteil der Gefäße im Holz
(L.)	Münchener bot. Garten	500 m	2	0,83	20
(R.)	Dahlem bei Berlin		4	0,625	31 [1]) (2. Jahrring)
(L.)	Hamburg, bot. Garten	0 m	4	0,30	20
(R.)	Curfirsten (s. Fig. 81 A)	2000 m	55	0,173 (0,192) [2])	42,9 (Durchschn.)
(R.)	Pilatus	2000 m	44	0,16 (0,138)	40,9 (2.—3. Jahrr.)
					53,2 (9. Jahrring)
(L.)	Chamossaire	2100 m	5	0,18	33 %
(L.)	Albula	2400 m	33	0,14	29 %
(R.)	Albula (s. Fig. 81 B)	2400 m	35	0,17	37,5 (2.—3. Ring)
					55,3 (letzte Jahrr.)
(L.)	Dachspitze	2400 m	11	0,20	28 %
(L.)	Sasso albo (Puschlav)	2400 m	34	0,13	35 %
(R.)	Sasso albo (s. Fig. 81 C)	2600 m	45	0,11	45,9 % (letzte Jahrr.)

Salix serpyllifolia Scop.

	Ort der Herkunft	Höhe ü. M.	Alter	Jahrringbreite in Millim.	% Anteil der Gefäße im Holz
(L.)	Hamburg, bot. Garten	0 m	2	0,31	18 %
(R.)	Dahlem bei Berlin		8	0,21	28,7 (2.—5. Jahrr.)
(R.)	Sesvennatal (Scarltal, Unterengadin)	2100 m	35	0,157	36,8 (2.–5. Jahrr.)
					60,2 (25.—30. Jahrr.)
(L.)	Sasso albo	2400 m	?	?	42 %
(L.)	Berninahospiz	2440 m	59	0,03	42 %
(L.)	Wallis	2500 m	8	0,06	43 %
(L.)	Wallis	2700 m	?	?	39 %

Aus diesen Zahlen geht folgendes hervor:

1. Der Dickenzuwachs ist auch in der Ebene ein sehr schwacher, 0,21—0,83 mm, er ist also ein erblich fixiertes Merkmal.
2. Er nimmt mit steigender Höhe des Standorts ab (von 0,83 bis 0,03 mm).

---

[1]) Rosenthal berücksichtigt neben den Gefäßen auch noch ein anderes wasserleitendes Element des Holzes, die Tracheiden.

[2]) Die Zahl in Klammern bedeutet jeweilen die Mittel der 4 ersten Jahrringe, zum besseren Vergleich mit dem 4jährigen Exemplar von Dahlem bei Berlin.

3. Der prozentische Anteil der Gefäße (bzw. der hauptsächlichsten wasserleitenden Elemente) nimmt mit der Höhe über Meer zu.

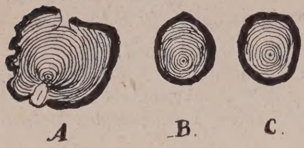


Fig. 81.

Stammquerschnitte der *Salix retusa* L.

A. Von den Kalkfelsen am Hinterruck in der Curfirstenkette bei 2000 m leg. C. S.; 55 Jahre alt; mittl. Jahrringbreite 0,173 mm. B. Beim Albulahospiz bei 2400 m leg. C. S. 35 Jahre alt, mittl. Jahrringbreite 0,17 mm. C. Auf dem Sasso albo im Puschlav, Kalkfelsen, bei 2600 m ü. M. leg. C. S. Alter ca. 45 Jahre, mittl. Jahrringbreite 0,11 mm (nach Natur von C. S.).

Letztere Erscheinung tritt nach Rosenthal ganz allgemein bei den sommergrünen, wenig gegen Trockenheit geschützten alpinen Laubhölzern auf (*Arctostaphylos alpina*, *Lonicera coerulea*, *Rhamnus pumila*, *Rosa alpina* usw.); eine Zunahme der wasserleitenden Elemente entspricht dem durch die starke Verdunstungskraft des alpinen Klimas gesteigerten Transpirationsstrom. Bei den alpinen wintergrünen Sträuchern mit ihrem starken Trockenheitsschutz tritt dagegen eine Steigerung der Wasserleitungsfähigkeit des Holzkörpers nicht ein.

Die Blätter sind klein (3—25 mm lang, selten bis 30 mm, 5—8 mm breit, selten bis 15 mm, vgl. Fig. 82 u. 86); rundlich, verkehrteiförmig oder spatelig, vorne meist stumpf und etwas ausgerandet (daher der Name der Art!), häufig aber auch, besonders an üppigen Langtrieben, deutlich spitz (Fig. 82, 8, 10, 11, Fig. 86, 5), vollkommen kahl, beiderseits freudig grün und etwas glänzend.

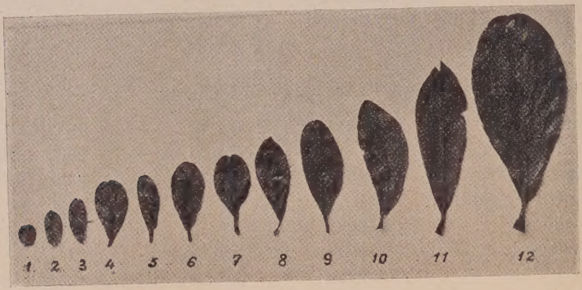


Fig. 82.

Die Variation der Blattform bei *Salix retusa* L. var. *vulgaris* Wimmer. (Nat. Größe.)

1—9. var. *integrifolia* Kerner: Blätter anderthalb bis zweimal so lang als breit, 4—20 mm lang, stumpf oder etwas ausgerandet, seltener spitz, ganzrandig. 1. Alp Silamatt, Curfirsten. 2. Piz Rosatsch, Oberengadin. 3. Ebenda. 4. Rosenlaui. 5. Alp Val, Oberengadin. 6. Rosenlaui. 7. Ebenda. 8. Schwämmlialp in der Kreuzegg-Gruppe, Kt. St. Gallen; Blatt spitz! 9. Gipfel des Kühnihorn, St. Antönien, Prättigau.

10. var. *denticulata* Kerner: wie *integrifolia*, aber Blattrand etwas sägezähnig. Standort wie 8.

11. var. *Kitaibeliana* Willd: Blätter 3 mal so lang als breit, meistens spitz, sägezähnig, 20—25 mm lang. Großer St. Bernhardt.

12. var. *denticulata* Kerner: besonders großes Blatt (30 × 15 mm). Mürtschenalp, Kt. Glarus. (Orig. Phot. nach getroknetem Material.)

Sie sind sommergrün, im Herbste schön goldgelb gefärbt und haben keine Schutzmittel gegen Trockenheit (Fig. 83, A); die Cuticula ist schwach entwickelt, die Spaltöffnungen beiderseits vorhanden und nicht irgendwie geschützt; nur die Verschleimung mancher Epidermiszellen kann als xerophytisches Merkmal gelten (Fig. 83, A). Das Blatt reagiert in seinem anatomischen Bau sehr stark auf äußere Bedingungen, wie Fig. 83, B zeigt: sie stellt ein Blatt einer Pflanze dar, welche, im Herbst aus dem Gebirge gebracht, in feuchter Luft unter einer Glasglocke kultiviert wurde. Die Pallisadenschicht ist undeutlich geworden, die Lufträume im Innern haben sich bedeutend vermehrt, das Hypoderm fehlt, ebenso die Verschleimung der Epidermiszellen.

Die Blüten stehen in kleinen Kätzchen am Ende beblätterter Kurztriebe, deren Blätter in ihren Achseln Knospen tragen, weibliche und männliche auf verschiedenen Stöcken. Die weiblichen (Fig. 84, 1—3,

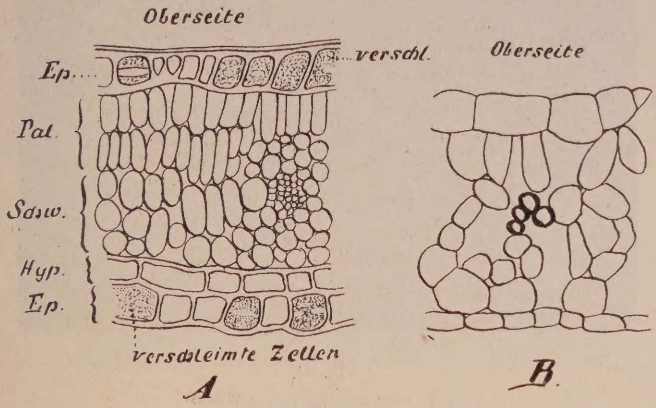


Fig. 83.

Blattquerschnitte der stumpfblättrigen Weide.
(*Salix retusa* L., $^{250}/_{1}$.)

A. Querschnitt durch ein Blatt aus den Alpen (auf dem Schlern bei 2500 m gewachsen). Blattstruktur sehr dicht; 2 Reihen von Palissaden (Pal.); Schwammgewebe (Schw.) mit kleinen Luftlücken; unter der untern Epidermis eine „Unterhaut", ein einschichtiges „Hypoderm" (Hyp.). Die Wände vieler Epidermiszellen der untern und obern Blattfläche sind verschleimt (in der Figur durch Körnelung angedeutet).
B. Querschnitt durch ein Blatt einer Pflanze, welche im Herbst aus dem Gebirge gebracht, in feuchter Luft unter Glasglocke kultuviert wurde. Struktur sehr locker, große Luftlücken Palissaden aus einer Reihe locker stehender Zellen, Hypoderm und verschleimte Zellen fehlen (nach LAZNIEWSKI).

Fig. 86, 2, 3, 4) sind 8—20 mm lang, 3—7 mm breit und tragen wenige bis zahlreiche Blüten, deren Fruchtknoten meist kahl, seltener (bei der Abart var. *trichocarpa* Buser) rauhhaarig sind; am Grunde des Fruchtknotens sitzt eine kleine stielförmige Honigdrüse. Die männlichen Kätzchen sind 5—15 mm lang, 4—8 mm breit, 1—10 blütig, mit kahlen oder gewimperten Schuppen versehen (Fig. 84, 4 u. 5, Fig. 86, 3, 4); die Blüte besteht aus 2 Staubgefäßen und 2 Honigdrüsen.

Die Blätter und der Gesamthabitus sind sehr variabel; es läßt sich nach Kerner[1]) eine gleitende Reihe von Übergängen nachweisen von der bis 3 Dezimeter hohen buschigen Abart *Kitaibeliana* Willd. der Karpathen mit bis 30 mm langen Blättern bis zu der ganz niederliegenden, förmliche Rasenpolster bildenden Abart *serpyllifolia* Scopoli mit nur 4—10 mm langen Blättern, wie sie namentlich in den höheren

Fig. 84.

Zweige der stumpfblättrigen Weide.
(*Salix retusa* L.)

1. Stück eines Langtriebes einer weiblichen Pflanze mit seitlichem blühendem Kurztrieb mit dem endständigen weiblichen Kätzchen (Leistkamm in der Curfirstenkette. 2. Fruchtkätzchen, besonders üppig; aus den geöffneten Kapseln quellen die weißen Samenhaare hervor (Gipfel des Kühnihorn, St. Antönien, Prättigau). 3. Besonders kleines Fruchtkätzchen (Standort unbekannt). 4. Blühendes Zweiglein einer männlichen Pflanze mit dem endständigen männlichen Kätzchen (Alp Val, Oberengadin); Kätzchenschuppen sehr groß und stark bewimpert. 5. Ebensolches, mit viel kleinern, kahlen Kätzchenschuppen. 6. Knorriges, nicht blühendes Zweigsystem, mit zahlreichen kleinblättrigen und reich mit Knospen besetzten Kurztrieben (Silamattalp, Curfirsten). 7. Üppiger Langtrieb (Blatttrieb), mit großen spitzen Blättern (Schwämmlialp in der Kreuzegg-Gruppe, St. Gallische Voralpen). (Orig. Phot. nach getrocknetem Material.)

Kalkalpen vorkommt und die eine von *Kitaibeliana* ganz verschiedene Pflanze darstellt. Es kommt noch dazu, daß die Blätter entweder ganzrandig sind (var. *integrifolia* Kerner) oder wenigstens am Grunde mit Sägezähnen versehen (var. *denticulata* Kerner); nach Kerner sollen die ganzrandigen Formen die Kalkalpen, die gezähnelten die Zentralalpen,

[1]) A. v. Kerner, Niederösterreichische Weiden. Wien 1860. S. 74—78.

besonders den Glimmerschiefer bewohnen. Die Beobachtungen von WIMMER[1]) (und die meinigen stimmen damit überein) zeigen, daß gezähnelte Exemplare überall zwischen den andern vorkommen, und zwar bei allen Größenvarianten. Mir scheint es am richtigsten, mit WIMMER folgendermaßen abzugrenzen:

Var. α. *vulgaris* Wimmer, die mittleren Exemplare, mit lang kriechenden oft wurzelnden Ästen; Blätter 8—20 mm lang, 5—8 mm

Fig. 85.

Stück eines Spalierrasens der quendelblättrigen Weide.
(*Salix retusa* L. var. *serpyllifolia* Scop. [als Art].)

Orig. Phot. nach einem Exemplar vom Hubelboden oberhalb Cresta im Avers, bei 2350 m ü. M.

breit, stumpf oder ausgerandet, an Blatttrieben aber auch spitz! Blütenkätzchen reichblütig (mehr als 10 Blüten), Fruchtknoten walzlich-kegelförmig, Drüsen der männlichen Blüten ungleich lang, Staubbeutel jung rot.[2])

Var. β. *Kitaibeliana* Willdenow, die größten Exemplare, Stämmchen bis 30 cm lang, aufrecht oder liegend, Blätter 15—32 mm lang, stumpf oder spitz, 5—16 mm breit, nicht selten gesägt — vorzugsweise in den Karpathen.

---

[1]) WIMMER, F. Salices europaeae. Vratislaviae 1866.

[2]) Letzteres Merkmal nach: CAMILLO KARL SCHNEIDER, Handbuch der Laubholzkunde, Jena 1904. S. 37 u. 38.

Var. *γ. serpyllifolia* Scop., die kleinsten Formen (Fig. 85 u. 86), vollständig niederliegende, dichte Polster bildend, mit verkürztem knorrigem Zweigwerk; Blättchen nur 4—10 mm lang, stumpf, ausgerandet oder oft spitz, bisweilen mit einigen Drüsenzähnchen. Blütenkätzchen 1—7 blütig, kürzer gestielt als bei der var. *vulgaris*; Fruchtknoten länglich-kegelförmig, kürzer, stumpfer, Drüsen der männlichen Blüten gleich lang, Staubbeutel jung gelb.[1]) Sie kommt besonders auf Kalk in den Hochalpen vor, aber oft auch neben der *vulgaris* und tiefer als diese, ist also keine bloße Reduktionsform derselben. Buser unterscheidet die Formen mit verkehrteiförmigen oder rundlichen, stumpfen oder ausgerandeten, am Grunde gerundeten oder herzförmigen Blättchen als var. *latifolia* (Zermatt, Furka).

Fig. 86.

Zweige, Blüten und Blätter der quendelblättrigen Weide (in nat. Größe). (*Salix retusa* L. var, *serpyllifolia* Scop. [als Art].)

1. Üppiger Langtrieb („Blatttrieb"). 2. Fruchtkätzchen am Ende eines Kurztriebs; das Kätzchen ist ganz kurz und wenigblütig. 1 und 2 vom untern Rothorn bei Findelen bei Zermatt. 3 und 4. Männliche Kätzchen am Ende eines Kurztriebs, klein und wenigblütig — vom Luckmanierpaß bei 2110 m. 5. Blatttrieb eines Exemplars vom Grat des Gulmer in den Alpen des Murgtals, Kt. St. Gallen. (Orig. Phot. nach getrocknetem Material.)

Einen zierlichen Schmuck unseres Sträuchleins bilden nicht selten kuglige Gallen an den Blättern, bis über erbsengroß und zierlich rotwangig, wie Borsdorfer Äpfelchen en miniature; sie sind oft in Masse über das Zweigwerk ausgestreut und scheinen der Pflanze nicht weiter zu schaden; sie stammen von einer Blattwespe (*Nematus gallarum* Hartig). Auch die aufgetriebenen Blattgallen des *Nematus vesicator* Bremi sind auf *Salix retusa* beobachtet worden, ebenso diejenigen von *Nematus ichnocerus* Thomas. Nicht selten finden sich auch die orangegelben Flecken der Sommersporen (Uredo) eines Rostpilzes (*Melampsora*), oder die braunen der Herbstsporen (Teleutosporen) desselben Pilzes. Es ist ein „wirtswechselnder" Pilz, der eine dritte Sporenform auf einer andern Nährpflanze erzeugt; für manche Funde ist die Lärche als zweiter Wirt erwiesen. Diese gehören zu *Melampsora Larici-epitea* Klebahn.

Die Hauptform der stumpfblättrigen Weide — die quendelblättrige Abart, var. *serpyllifolia*, behandeln wir getrennt! — liebt im ganzen frische, schattenhalb gelegene steinige Orte. Sie bildet oft an hochgelegenen Nordhängen im humusbedeckten Felsschutt ausgedehnte Spalier-

[1]) Vergl. Anm. 2 auf der vorhergehenden Seite.

rasenbestände, mit *Salix reticulata* und andern niedrigen Weiden vergesellschaftet, oft der Ericaceenheide beigesellt.

Im Puschlav fand sie BROCKMANN fast nur auf Kalk, und hier manchmal bestandbildend. So z. B. am Kalkband der Cancianoalp von 2300—2420 m, einem Felsschutthang, der zum größten Teil aus Dolomitblöcken besteht, nur vereinzelte Urgebirgsblöcke enthält. BROCKMANN gibt folgende Formationsliste dieses Hanges (fett gedruckt sind die in größerer Menge auftretenden, gesperrt die über die ganze untersuchte Fläche verbreiteten Arten; KZ = Kalkzeiger):

Asplenum viride, *Botrychium lunaria*, *Segalinella selaginoïdes*, *Anthoxanthum odoratum*, ***Sesleria coerulea*** (KZ), *Poa alpina*, ***Festuca pumila*** var. ***genuina***, *Festuca violacea* var. *genuina* f. *typica*, ***Elyna Bellardi***, *Carex atrata* (KZ), *C. ornithopodioïdes*, ***C. ferruginea***, *Coeloglossum viride*, ***Salix retusa***, ***Salix reticulata***, *Thesium alpinum*, *Polygonum viviparum*, *Alsine verna*, *Ranunculus montanus*, *Biscutella laevigata*, *Kernera saxatilis* (KZ), *Hutchinsia brevicaulis*, *Draba aïzoïdes*, *Arabis coerulea*, *Sedum atratum*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga caesia* (KZ), *S. aizoon*, *S. aïzoïdes*, *S. stellaris*, *Parnassia palustris*, *Sieversia montana*, *Alchimilla glaberrima*, ***Dryas octopetala*** (KZ), *Anthyllis vulneraria* var. *alpestris*, *Lotus corniculatus*, *Helianthemum vulgare* var. *grandiflorum*, *Daphne striata*, *Soldanella alpina* (KZ), ***Ligusticum*** (*Meum*) ***mutellina***, *Gentiana campestris*, *G. verna* var. *angulosa*, *G. bavarica var. imbricata*, *Myosotis alpestris*, *Thymus serpyllum*, *ssp. serpyllum*, *Veronica alpina*, *Bartschia alpina*, *Euphrasia minima*, *Pedicularis incarnata*, *Campanula Scheuchzeri*, *C. barbata*, *C. pusilla*, *Aster alpinus*, ***Bellidiastrum Michelii***, ***Erigeron uniflorus***, ***Achillea atrata*** (KZ), *Homogyne alpina*, *Senecio doronicum*, *Carduus defloratus* var. *rhaetica*, *Crepis Jacquini* (KZ), *Hieracium incisum* ssp. *senile*, *H. subincisum* Arv. T., *H. glanduliferum* ssp. *glanduliferum* var. *genuinum* subv. *pilicaule*.

In den Karpathen bildet sie einen Hauptbestandteil der „subalpinen Quellflurformation", besonders auf überrieselten Felsen. Aber auch den humusfreien beweglichen Schutt bewohnt sie und festigt ihn; oft sieht man an feuchten Nordhängen im Gebiet des faulen Bündnerschiefers große Strauchrasen unserer Weide an meterlangen, straff gespannten Pfahlwurzeln aufgehängt, förmliche Treppenabsätze im Schutt bilden: die vordere senkrechte Seite der Treppenstufe wird von der grünen Oberfläche des Strauchrasens gebildet, die ebene Stelle der Stufe bildet der Schutt, der sich hinter dieser natürlichen „Faschine" gehäuft hat (siehe Fig. 87). Auf den beweglichen feinschuttigen Gipshängen von le Gessi im Val Agoné, unweit des Berninapaßes, fand sich bei 2400 m ein solches ausgespanntes Wurzel-Tau von 4,5 m Länge! (Fig. 88.)

Wenn aber auch Fels und Schutt die bevorzugten Standorte unserer Pflanze bilden, so fehlt sie doch nicht auf dem tiefgründigern Boden der Weide und der Magermatten, sogar an recht sonnigen Hängen. So stellt sie sich auf den prächtigen Mähdern der Schanfigger Heuberge am Südhang der Hochwangkette überall da ein, wo der Rasen zu tief abgemäht und dadurch geschwächt wurde. Auf Schafweiden wird sie von den weidenden Tieren nicht verschmäht.

Ihre Höhenverbreitung bewegt sich in weiten Grenzen: In den bayerischen Alpen von 1657—2468 m, in St. Gallen und Appenzell von ca. 800 und 900 m bis weit über die Baumgrenze, im Wallis von 1260—3000 m (am Gornergrat), im Bündnerland bis 2970 m (Puschlav, nach Brockmann).

Sie steigt von allen Gletscherweiden am weitesten herab und in die Vorberge hinaus: sie ist die einzige in den Voralpen des Züricher

Fig. 87.

Salix retusa als Festigerin des Schuttes (schematisiert und bedeutend verkleinert!).

Der mit dicken schwarzen Strichen dargestellte Strauch wurzelt oben in den tieferen, ruhenden Teilen des Schuttes (welcher durch Punktierung angedeutet ist). Von diesem Fixpunkt aus hängt die lange Wurzel abwärts, teilweise durch die Luft straff ausgespannt; an ihrem Ende breitet sich das Astwerk des Spalierrasens quer aus zu einer schuttfangenden Reuse; sie kehrt ihre begrünte Seite talwärts und hinter ihr hat sich der Schutt gestaut, eine förmliche Treppenstufe bildend.

Oberlandes (Schnebelhorn, Dürrspitze 1170 m) und in der Alpenpflanzenkolonie am Achensee bei 1375 m.

Die quendelblättrige Weide (*Salix retusa* L., var. *serpyllifolia* Scopoli) bewohnt im ganzen nur höhere Regionen; sie kommt selten unter der Baumgrenze vor und steigt bis 3000 m im Wallis, bis 2960 m in Bünden (Piz Vadret da Prünas, nach J. Braun). Sie bildet oft auf Kalkschutt eine besondere Formation, in der sie durchaus dominiert, einen Polsterrasen; so z. B. im Gemstobel am Südhang der Sulzfluh im St. Antöniertal bei ca. 2280 m, wo sie mit folgenden Arten vergesellschaftet ist: *Loiseleuria*, *Cerastium latifolium*, *Poa minor*, *Silene excapa*, *Alsine Cherleri*, *Alsine recurra*, *Hutchinsia brevicaulis*, *Carex nigra*, *Saxifraga caesia*, *stellaris*, *androsacea*, *varians*, *aizoon*, *oppositifolia*, *Sesleria coerulea*, *Festuca pumila*, *Carex firma*, *Soyeria hyoseridifolia.*

Noch typischer fanden H. Brockmann[1]) und der Verfasser diesen Strauchrasen am Sassalbo in Puschlav bei ca. 2400 m auf dem untern Auslauf eines

[1]) Die Flora des Puschlav und ihre Formationen. — Jahresb. d. nat. Ges. Graubünden 1904.

schwach geneigten, nach Süden exponierten Dolomitfelsschutthanges, wo derselbe sich zu einem fast ebenen „Bödeli" verflacht. Die quendelblättrige Weide überspinnt hier alle Blöcke des zur Ruhe gekommenen Schuttes und hat ihn so vollkommen übergrünt. Die Begleitpflanzen treten meist ganz vereinzelt auf, nur wenige (gesperrt gedruckt) in großen Gruppen. Es sind folgende: *Sesleria coerulea*, *Poa alpina*, *Festuca pumila*, *Elyna Bellardi*, *Carex ornithopoda*, *var. elongata*, *C. ornithopodioïdes*, *C. atrata*, *Polygonum viviparum*, *Salix reticulata*, *Cerastium latifolium*, *Alsine verna*, *Draba aïzoïdes*, *Semper-*

Fig. 88.

Ein „Schuttfänger" der stumpfblättrigen Weide (*Salix retusa* L.). (1/8 nat. Größe.)

Der Spalierstrauch war an seinem langen Wurzeltau so aufgehängt, wie es Fig. 87 schematisch darstellt. Das quer zu diesem Tau ausgebreitet gewesene Zweigspalier ist hier der besseren Aufbewahrung und Abbildung wegen in dieselbe Ebene umgelegt (rechts oben). Die Länge der Pfahlwurzel + Stamm von der Wurzelspitze bis zur Verzweigungsstelle betrug 4 m 50 cm! Das Tau zeigt übrigens schon wenig unterhalb der Verzweigung Wurzelbau. Der etwa 50jährige Strauch stammt von den losen Gipsschutthängen von „Le Gessi" im Val Agoné unweit des Berninapaßes, 2440 m ü. M. (Orig. Phot. nach trock. Material.)

vivum montanum, *Sedum atratum*, *Salifraga aizoon*, *S. aizoïdes*, *S. caesia*, *Potentilla aurea*, *Trifolium Thalii*, *Anthyllis vulneraria*, *var. alpestris*, *Lotus corniculatus*, *Oxytropis campestris*, *Helianthemum vulgare*, *var. grandiflorum*, *Androsace obtusifolia*, *Soldanella alpina*, *Gentiana verna*, *G. nivalis*, *Myosotis alpestris*, *Veronica aphylla*, *V. alpina*, *V. fruticans*, *Galium asperum var. anisophyllum*, *Campanula Scheuchzeri*, *C. pusilla*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Aster alpinus*, *Erigeron uniflorus*, *Artemisia mutellina*, *Senecio doronicum*, *Cirsium spinosissimum*, *Leontodon hirpidus var. pseudocrispus*, *Taraxacum officinale*.

Während die gemeine stumpfblättrige Weide (*Salix retusa* L. var. *vulgaris* Wimmer) mit Bezug auf das Gestein durchaus indifferent ist, zeigt die quendelblättrige Abart sich vorzugsweise auf Kalk; R. Buser in Genf, der beste Kenner der alpinen Weiden, sagt von ihr: Besonders auf Kalk, aber auch auf Serpentin und Glimmerschiefer; ich erinnere mich nicht, sie jemals auf Gneiß oder Granit gesehen zu haben![1])

In ihrer Allgemeinverbreitung weist die *Salix retusa* auf den Nordosten Eurasiens. Sie fehlt im europäischen Norden völlig, und scheint auch in der Arktis nirgends aufzutreten, trotz gegenteiliger Angaben.[2]) In Europa ist sie über die gesamten mitteleuropäischen Gebirge verbreitet,[3]) außerdem aber besitzt sie ein zweites Verbreitungsgebiet im Altai. Ob dieses, wie Christ glaubt, oder ob das mitteleuropäische Gebiet der Ausgangspunkt der Art ist, wie Pax vermutet, bleibt so lange zweifelhaft, bis man über die Art ihres Auftretens in Sibirien näher informiert ist.

§§§ 3. **Die krautige Weide.**
(*Salix herbacea* L.)

Wir sind beim Morgengrauen vom Gotthardhospiz aufgebrochen, um den Pizzo Centrale zu besteigen. Über herrliche Alpweiden schlendernd, wo der zarte Duft des Alpenklees weithin die Luft erfüllt, gelangen wir zu den Gneiß-Schutthalden, die sich vom Pizzo gegen das Val Torta hinabziehen. An ebenen Stellen dieser Südhänge, wo zusammengewehter Schnee lange liegen bleibt und der Boden bis weit in den Sommer hinein von Schmelzwasser durchtränkt ist („Schneetälchen"), breitet sich ein dichter grüner Teppich auf dem schwarzen humusreichen Boden; er raschelt eigentümlich beim Darüberschreiten und ein scharfer Duft nach Gerberlohe steigt aus ihm auf. Wir untersuchen dieses Wieslein näher: den Boden bedecken, dicht sich drängend, kleine Zweiglein einer Holzpflanze: ein kurzes braun berindetes Astwerk, daran zwei zierliche fast kreisrunde Blättchen und dazwischen, mit purpurnen Staubbeuteln oder mit schwefelgelbem Blütenstaub uns entgegenleuchtend, ein zierliches Miniaturweidenkätzchen! Wir suchen das Sträuchlein auszugraben, was freilich bei der Brüchigkeit der Zweige nicht leicht ist; aber Ast reiht sich an Ast, und in der Tiefe gelangen wir zu einem fingerdicken Stämmchen: der ganze Rasen ist nichts anderes als ein ganz in der Erde vergrabenes Bäumchen, das nur seine äußersten Zweig-

---

[1]) Zitiert in Jaccard, Catalogue de la flora Valaisanne, Bâle, Genève et Lyon, 1895 p. 324.

[2]) Vergl. M. Jerosch a. a. O. S. 180.

[3]) Pyrenäen, Alpen, Jura, Apenninen, Albanien, Montenegro, Herzegowina, Bosnien, Kroatien, Karpathen, Siebenbürgen, Banat, Griechenland.

enden über den Boden reckt! „Minima inter omnes arbores“, den kleinsten Baum der Erde hat Linné diese merkwürdige Pflanze genannt. Sie ist in der Tat der vollendeste Ausdruck der Anpassung einer Holzpflanze an die extremen Bedingungen der hochalpinen Region: sie sucht mit ihrem ganzen Stamm-, Ast- und Zweigwerk den schützenden Boden auf und reckt nur die lichtdurstigen Blättchen zur Stoffproduktion mit Hilfe der energischen Sonnenstrahlung hervor und bietet den Insekten honigreiche Kätzchen dar, um sich ihre Nachkommenschaft zu sichern.

Fig. 89.

Zweige, Blätter und Blüten der krautigen Weide.
(*Salix herbacea* L.)

1. Blühender Zweig einer männlichen Pflanze mit den normalen 2 Blättern und dem endständigen männlichen Kätzchen (ob. St. Moritz bei 2400 m). 2. Kleinblättrige normale Laubtriebe (Aclettatal unterhalb der Paßhöhe des Brunnipaßes bei 2500 m). 3. Blühender Zweig einer weiblichen Pflanze (ob. Partnun im St. Antöniertal bei 2200 m). 4. Fruchtkätzchen, am Ende eines einblättrigen Zweigleins (beim Silvrettagletscher bei 2400 m). 5. Besonders üppiger und großblättriger Laubtrieb (ob. dem Berninahospiz bei ca. 2500 m). (Orig. Phot. nach getrockn. Material).

Die tief in der Erde vergrabenen Stämmchen und Wurzeln weisen folgende Dimensionen auf: eine Pfahlwurzel eines Exemplars vom Berninahospiz bei 2440 m gesammelt, zeigte bei stark exzentrischen Wuchs einen größten Durchmesser von 7 mm bei ca. 40 Jahre Alter; im größten Radius von 4 mm betrug also die Jahrringbreite 0,1 mm. Schlagintweit (a. a. O.) beschreibt vom kleinen Burgstall am obern Ende des Pasterzengletschers in der Großglocknergruppe bei 2850 m

3 Exemplare der *Salix herbacea*, ein 12 jähriges von 1,85 mm Durchmesser, ein 5 jähriges von 1 mm und ein 4 jähriges von 0,88 mm Dicke. Die Äste und Zweige können bis weit hinauf Wurzeln erzeugen und sind mit Reserveknospen („schlafenden Augen") reichlich besetzt. Nach KERNER stirbt der Stamm etwa im 12. Jahre ab; die durch Adventivwurzeln an den Boden befestigten Seitenstämmchen entwickeln sich dann als getrennte Individuen. Die oben zitierte 40 jährige Pfahlwurzel zeigt aber, daß das zum mindesten nicht immer zutrifft. Die Wurzeln fand HESSELMAN (a. a. O.) stets mit reich entwickeltem Pilzmantel (in der Arktis).

Die sommergrünen Blätter stehen zu 1—4 an den diesjährigen, oft nur wenige Millimeter langen Trieben; sie sind ganz kurz gestielt, meist von zierlich rundlicher Gestalt, 8—25 mm lang, 6—20 mm breit, seltener elliptisch, fast zweimal so lang als breit, beiderseits gleichfarbig hellgrün, völlig kahl und am Rande ringsherum fein sägezähnig (Fig. 89).

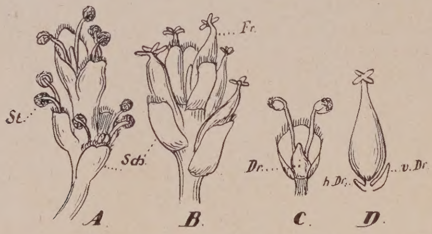


Fig. 90.

Blüten der krautigen Weide.
(*Salix herbacea* L.)

A. Männliches Kätzchen. Sch = Kätzchenschuppe, am obern Rande gewimpert. St = Staubgefäße. B. Weibliches Kätzchen. Fr = Fruchtknoten. C. Einzelne männliche Blüte, von innen gesehen. Dr = hintere Honigdrüse. D. Weibliche Blüte (ohne Schuppe) von der Seite; h. Dr. = hintere Drüse. v. Dr. = vordere Drüse. (A—C nach MÜLLER, D nach A. TOEPFFER, s. bei Fig. 79).

Die kleinen wenigblütigen Kätzchen (Fig. 90) bilden das Ende der diesjährigen Triebe (Fig. 89, 1, 3, 4); sie werden von den 1—3 knospentragenden Blättern derselben anfangs wie in einer Tute eingeschlossen und ragen auch in voller Blüte nur wenig über den Rasen vor. Die männlichen Blüten (Fig. 89, A, C) bestehen aus 2 freien oder (bei der var. *synandra* Buser) halb verwachsenen Staubgefäßen und 2 Honigdrüsen; die Staubbeutel sind vor dem Aufblühen leuchtend violett, später gelb. Die weiblichen Blüten bestehen aus dem Stempel und ebenfalls 2 Honigdrüsen (Fig. 89, B, D). Die Blüten sind sehr honigreich und werden daher trotz ihrer Unscheinbarkeit von Insekten aufgesucht. Nach WARMING soll in Grönland der Pollen leicht durch den Wind ver-

streut werden. Die Früchte (Fig. 89, 4) sind kleine 2-klappige Kapseln, mit zahlreichen behaarten Samen.

Auf den Blättern bildet ein Rostpilz gelbe oder braune Flecken; die ersteren rühren von den Sommersporen (*Uredo*), die letzteren von den Herbstsporen (*Teleuto*-Sporen) her. Diese überwintern, bilden im folgenden Sommer Keimschläuche mit „Basidiosporen" und infizieren durch dieselben die Blätter der *Saxifraga oppositifolia*, wo sie eine hüllenlose Becherfrucht (*Caeoma*) erzeugen (*Melampsora alpina* Juel); oder aber die *Teleuto*-Sporen gehören einem andern Rostpilz an (*Melampsora Larici-epitea* Klebahn, forma spezialis *Larici-retusae* Ed. Fischer). Welcher dieser beiden wirtswechselnden Rostpilze die *Uredo*- und *Teleuto*-Sporen auf unserer Weide in jedem Einzelfall angehören, läßt sich bis jetzt durch die mikroskopische Untersuchung nicht entscheiden, sondern nur durch Infektionsversuche; es können sogar noch weitere Arten mit andern Wirten dahinter stecken (vergl. E. Fischer, Die Uredineen der Schweiz, Bern 1904 S. 487, 492 und 496).

Die krautige Weide blüht im schwedischen Hochgebirge nach Cleve[1]) 2—3 Wochen nach dem Auftauen (unter 67° NB. bei 900 m ü. M.); in den Alpen blüht sie vom Juni bis August.

Die Lieblingsstandorte unserer Weide sind die „Schneetälchen". Darunter versteht man, seit Oswald Heer,[2]) von Schmelzwasser durchtränkte, schwach geneigte, ebene oder muldenförmige Stellen; sie finden sich an Nordhängen oder sonst schattigen Stellen, oder auch auf den sandigen Feldern am Fuß der Schutthalden und auf Gletscherböden. Sind es Mulden, wo der Schnee lange liegen bleibt, so lagert sich dort allmählich ein dicker schwarzer Humus ab, der aus dem Schnee stammt. Dieser reißt nämlich aus der Luft eine Menge organischen Staubes mit; dazu kommt das Daraufgewehte, und so „düngt" der Schnee reichlich (Ratzel).

Die Pflanzengesellschaft, welche diese durch niedere Temperatur, Humusreichtum und stete Durchfeuchtung des Bodens scharf charakterisierten Standorte besiedelt, ist eine äußerst konstante und setzt sich nur aus wenigen Arten zusammen: *Salix herbacea*, *Alchimilla pentaphyllea*, *Gnaphalium supinum*, *Ligusticum* (*Meum*) *mutellina* und *Plantago alpina* sind die konstantesten. Ihnen gesellen sich andere zu: das Pyrenäen Milchkraut (*Leontodon pyrenaeus*) streckt seinen nackten Blütenschaft aus dem Rasen; die zierlichen Alpenglöckchen (*Soldanella pusilla* und *alpina*) bilden mit ihren rundlichen derben

---

[1]) Cleve, Astrid, Zum Pflanzenleben in schwedischen Hochgebirgen. — Bihang til K. Svenska Akad. Handlingar. Band 26 Afd. III Nr. 15. Stockholm 1901.

[2]) O. Heer, Die Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Teils des Kantons Glarus; ein Versuch, die pflanzengeographischen Erscheinungen der Alpen aus klimatologischen und Boden-Verhältnissen abzuleiten. — Froebel u. Heer, Mitteil. a. d. Gebiet d. theor. Erdkunde, Zürich 1835.

Blättchen oft einen wesentlichen Bestandteil der Narbe. Die niederliegende Sibbaldie (*Sibbaldia procumbens*) breitet ihre graulichen Rosetten aus dreifingerigen Blättern; das zarte zweiblütige Sandkraut (*Arenaria biflora*) streut seine lieblichen Blütensterne dicht über den Rasen; sehr selten fehlt die Frühlings-Miere (*Alsine verna*), der Alpen-Ehrenpreis (*Veronica alpina*), die Alpen-Wucherblume (*Leucanthemum alpinum*, besonders auf Urgebirge); hin und wieder mischen sich bei: das Alpen-Liebstöckel (*Ligusticum simplex*), der knöllchentragende Knöterich (*Polygonum viviparum*) und verschiedene Enziane (*Gentiana verna, bavarica, brachyphylla*).

Alle diese Arten können also als Begleiter der krautigen Weide auftreten; umgekehrt mischt sich diese manchmal der Ericaceenheide, dem Bestand der *Carex firma* (auf Kalk) oder der *Carex curvula* (auf Urgebirge) bei. Gegen die geologische Natur des Substrates ist sie indifferent.

Cleve gibt sie im schwedischen Hochgebirge auf Torfmooren als bestandbildend an und fand sie auch als Begleiterin der Zwergstrauchheide; er nennt sie „überall häufig, von den trockensten ziemlich kahlen Kieshügeln bis ins Moor. Am üppigsten entwickelt auf frischem Heideboden“.

Sie ist eine entschieden hochalpine Pflanze und steigt selten unter 1800 m herab; in den bayerischen Alpen findet sie sich von 1722 bis 2340 m, in St. Gallen und Appenzell allerdings schon von 1600 m an; im Wallis verbreitet von 2200—2800 m (Maxima 1800—3350 m, am Théodulpaß); in Bünden geht sie bis 2990 m (Lavirums), im Tessin bis 2810 m (Corona di Redorta, nach Chenevard u. Braun); in Nordtirol wächst sie von 1738 bis 2212 m, in Oberösterreich zwischen 1833 und 2370 m.

Ihre Gesamtverbreitung weist auf arktischen Ursprung hin: sie ist zirkumpolar (Skandinavien, Grönland, Bären-Insel, Jan Mayen, Spitzbergen, arktisches Sibirien und Amerika) und auf den meisten Hochgebirgen Eurasiens (ausgenommen Himalaya und Ural) zu Hause.[1]) Engler zählt sie mit *S. reticulata* und *polaris* zu seinen „uralten Glazialpflanzen“, die schon im Miocen auf den Gebirgen der Arktis entstanden.

§§ 2. **Die „kälteliebenden“ Weiden.**
(Gruppe der „*Frigidae*“.)

Neben den drei einläßlich besprochenen Gletscherweiden beteiligen sich noch eine Reihe höher gewachsener Weidensträucher an den Buschformationen der alpinen Region. Wir können hier nur eine kurze Aufzählung derselben geben.

Zu der Gruppe der „kälteliebenden“ Weiden (Sektion „*Frigidae*“), mit niedrigem Wuchs, rostbraunen Kätschenschuppen und filzigem, fast sitzendem Fruchtknoten gehören folgende Arten:

---

[1]) Pyrenäen, Alpen, Mts. Dores, Apennin, Sudeten, Karpathen, Banat, Kroatien, Siebenbürgen.

Die myrtenblättrige Weide (***Salix myrsinites*** L. [Fig. 91]), ein niederliegendes, höchstens 30 cm hohes Sträuchlein, sehr ästig, sparrig verzweigt, mit elliptischen oder lanzettlichen Blättern, die durch den eigentüm-

Fig. 91.

Die myrtenblättrige Weide.
(*Salix myrsinites* L. var. *serrata* Neilreich.)

1. Junge weibliche Kätzchen, eben hervorbrechend (bei Mauvoisin im Bagnetal, Wallis, bei ca. 1800 m, im Juli. 2. Blühendes weibliches Kätzchen, am Ende eines beblätterten Stieles, mit langen Griffeln (am Fuße der Cresta mora am Albulapaß, auf Granit, bei 2300 m, August). 3. Blühende männliche Kätzchen (auf der Furka, bei 2300 m, 12. Juli). 4. Fruchtkätzchen, mit den geöffneten zweiklappigen Kapseln mit schneckenförmig eingerollten Klappen und heraustretenden Flughaaren der Samen (Standort unbekannt, leg. Ulysses von Salis-Marschlins). 5. Zweig der wolligen Abart (var. *lanata* Seringe), mit bleibend behaarten Blättern (am Fuße des Weißbergs im Avers bei 2300 m, auf Kalk). 6. Ein Blatt derselben Abart (Gletscheralp bei Saas-Fee im Wallis). 7. Ein Blatt einer großblättrigen Form des ganz kahlen Typus (Bernina-Heutal bei 1900 m). 8. Besonders klein- und schmalblättrige Form (Alp Bargis ob. Flims, Kt. Graubünden, bei ca. 1550 m, leg. O. Buser. (Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

lichen Fettglanz der Unterseite ausgezeichnet sind. In der Jugend sind alle Organe von langen seidenweichen Haaren bedeckt; die Blätter sind zuletzt entweder völlig kahl oder (var. *lanata*) seidig-wollig. Die var. *Jacquiniana* Willd. hat ganzrandige Blätter (auf Kalk in den Ostalpen,

der Schweiz fehlend!, Karpathen, Altai, Baikalien, Dahurien), die var. *serrata* Neilr. feindrüsig gesägte (Zentralalpen und Westalpen, Apennin, Schottland, Skandinavien, arktisches Europa und Sibirien, Grönland, Nowaja Semlja, Labrador, Island). Die Blätter werden beim Trocknen schwarz. Die Kätzchen sitzen an 4—6 blättrigen Zweiglein; zum Unterschied von den Gletscherweiden tragen aber die Blätter dieser blühenden Zweige keine Knospen in ihren Achseln und fallen nachher ab; es sind also nur beblätterte Kätzchenstiele und das Kätzchen ist nur scheinbar endständig. Die weiblichen Kätzchen sind durch die langen roten Griffel und Narben von allen andern Weidenarten zu unterscheiden.

Die myrtenblättrige Weide bildet einen Bestandteil des Alpenweidengebüsches und der Ericaceenheide an sonnigen steinigen Hängen, auf Moränen und Schutthalden mit den oben angegebenen Differenzen in der Verbreitung der beiden Abarten. Sie bewohnt im Wallis die Zone von 1800—2500 m, steigt in Graubünden bis 2640 m (Val Prünas im Camogaskertal, nach J. Braun), in Niederösterreich bis 2075 m, in Obersteiermark bis 2275 m. Sie gehört zweifellos zum arktischen Element der Alpenflora und ist in Glazialtonen in England auch fossil nachgewiesen.

Die hechtblaue Weide (**Salix caesia** Linné) ist ein auffallendes, bis 1 m hohes Sträuchlein, das durch seine völlig kahlen, etwas dicklichen, völlig ganzrandigen und durch Wachsüberzug blaugrün gefärbten Blätter von allen andern Alpenweiden sich scharf unterscheidet. Sie bewohnt feuchte Alluvionen, sumpfige Stellen und Bachufer der alpinen Region, von der Dauphiné bis Kärnthen, ist aber nirgends häufig (in der Schweiz: Parpan, Filisur, Davos, Sertig, Oberengadin, Gemmi, Enzeindaz in den Waadtländer Alpen). Die typische Form scheint ein endemisches Produkt der Alpen zu sein; die Angaben über einen zweiten Verbreitungsbezirk in den sibirischen Gebirgen scheinen sich nach Herder auf eine Abart (var. *minutiflora* And.) zu beziehen.[1])

Die Bäumchen-Weide (**Salix arbuscula** Wahlenberg [Fig. 92]) bildet dicht buschige, aufrechte, bis $^1/_2$ m hohe Sträuchlein, ausgezeichnet durch kahle, zierlich dicht-drüsig gezähnelte Blätter, welche oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits seegrün erscheinen. Die kahlen Staubgefäße, filzigen Fruchtknoten, langen Griffel und Narben bilden weitere Charaktere. Sie bewohnt feuchte steinige Hänge, in Gesellschaft mit andern Zwergweiden und ist in den Zentralalpen ziemlich verbreitet, besonders auf kalkarmen Boden; sie steigt in Graubünden bis über 2765 m, in Wallis bis 2300 m.

---

1) Vergl. M. Jerosch, a. a. O. S. 181.

Nahe mit ihr verwandt ist die von vielen Autoren nur als Abart betrachtete Waldsteinische Weide (***Salix Waldsteiniana*** Willdenow), deren Blattränder nur entfernt kerbig gezähnt oder ganzrandig sind; sie ist in der Schweiz auf die Kalkalpen des nordöstlichen Ge-

Fig. 92.

Die Bäumchen-Weide.
(*Salix arbuscula* Wahlenberg.)

1. Blühender Zweig einer männlichen Pflanze (am Brenno bei Casaccia am Lukmanier, 1820 m ü. M., leg. Chr. Brügger. 2. Dasselbe von einer weiblichen Pflanze von ebenda. 3. Schmalblättrige, etwas seidenhaarige Form (var. *sericea* Buser; Lavirums 2160 m, leg. R. Buser). 4. Zweig mit Fruchtkätzchen; an den Blättern ist die verschiedene Färbung der Ober- und Unterseite, und die dichte fein-drüsige Bezähnelung deutlich zu sehen (St. Moritz). 5. Häufigste Blattform (Alp Fursch, Murger-Alpen, Kt. St. Gallen, 1800 m). (Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

bietes beschränkt, und findet sich ferner in den niederösterreichischen Kalkalpen, den bayerischen (1398—2157 m), tirolischen, karnischen und julischen Alpen, sowie in den siebenbürgischen Karpathen.

Wenn wir diese beiden Formen als *Salix arbuscula* Linné vereinigen, so können wir die Verbreitung etwa folgendermaßen angeben:

Pyrenäen, Alpen, Karpathen, bis in die Moldau, Kaukasus; im Norden bewohnt sie Schottland, Skandinavien, Finnland, russisches und finnisches Lappland, Samojedenland (bis 68° NB.) und den Ural. Sie gehört also zum arktischen Element der Alpenflora.

Fig. 93.
Die blaugrüne Weide.
(*Salix glauca* L.)

1. Zweig mit blühenden weiblichen Kätzchen; alles, Zweige, Blätter, Kätschenschuppen ist von dichtem Haarfilz bedeckt (Val Lavirums, 3. Juli, leg. R. Buser). 2. Blühender Zweig einer männlichen Pflanze (ebenso). 3. Fruchtkätzchen, die behaarten Kapseln beginnen sich zu öffnen (Piz Rosatsch, Oberengadin). 4. Das seidig behaarte Blatt (Albula 2400 m). (Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

Die blaugrüne Weide (***Salix glauca*** L. [Fig. 93]) trägt ihren Namen mit Unrecht, denn sie ist ausgezeichnet durch ganzrandige, beiderseits zottige Blätter, die nur selten verkahlen (var. *virescens*). Prächtig leuchten die silberweißen bis meterhohen Büsche dieser herrlichen Pflanze aus

Fig. 94.
Die schweizerische Weide.
(*Salix helvetica* Villars).

1. Blühender Zweig einer weiblichen Pflanze; Kätzchen im Beginn des Blühens (Alpe de l'Allée oberh. Zinal im Eifischtal bei 2200 m, 5. Juli). 2. Fruchtkätzchen, Kapsel kurz und dick, mit 2 wenig zurückgerollten Klappen sich öffnend, zwischen denen die Flughaare der Samen heraustreten (St. Moritz). 3. Beblätterter Zweig mit Gallen auf dem zweituntersten Blatte rechts; Unterseite des Blattes weißfilzig, Oberseite nahezu kahl (Val Sertig bei Davos 2300 m). 4. Breitblättrige Form der sammethaarigen Abart (var. *velutina* Seringe), deren Blätter auch oberseits filzig sind, wenn auch schwach; links Unterseite, rechts Oberseite des Blattes (St. Moritz, am See, leg. O. Heer). (Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

dem Grün des Weidengesträuchs hervor, das feuchte Nordhänge und die Ufer der Gletscherbäche in kalkarmen Gebieten besiedelt; in den österreichischen Alpen von 1884—2533 m, in Wallis von 1800—2560 m, in Graubünden bis 2300 m. Sie ist eine arktische Pflanze par excellence: als die am weitesten gegen den Pol vordringende Weide bezeichnet (bis 74,5° NB.), bewohnt sie in zirkumpolarer Verbreitung die ganze Arktis, ist in Nordeuropa und Nordasien häufig (Lappland, Norwegen, Nordschweden, Kola, Nordfinnland, Samojedenland, Nordrußland, Ural), geht von den Pyrenäen durch die ganzen Alpen bis Tirol, fehlt aber den Karpathen und dem Kaukasus.

Nahe verwandt ist mit ihr die schweizerische Weide (***Salix helvetica*** Villars [Fig. 94]), ausgezeichnet durch den scharfen Kontrast, den die dunkelgrüne glänzende kahle Blattoberseite mit der schneeweiß-filzigen Unterseite bildet.[1]) Sie ist eine rein alpine Pflanze (Dauphiné, schweizerische Alpen, Tirol, nur noch in die Fogarascher Alpen der Karpathen ausstrahlend); sie liebt das Urgebirge und steigt in Graubünden bis über 2600 m (Bernina), im Wallis ist sie von 1700—2500 m verbreitet, aber auf dem Kalk selten; im Berner Oberland kommt sie auf der Grimsel, Faulhorn, Wengernalp usw. vor, im Tessin steigt sie bis 2620 m; in der Urschweiz ist sie im Etzli- und Fellital, beim St. Annafirn, auf Oberkäsern hinter Realp, auf der Furka und dem Titlis nachgewiesen, im Kt. Glarus auf der Obersandalp. In St. Gallen und Appenzell fehlt sie; sie ist vorwiegend in den Zentral- und Südalpen zu Hause.

Die *Salix helvetica* Villars ist eine alpine Parallelform der in Nordeuropa (Schottland, Norwegen, Schweden, Finnland, Rußland (bis 70° NB.) und Sibirien weit verbreiteten arktischen *Salix Lapponum* Linné.

§§ 3. Die Glattweiden.
(Gruppe der „*Glabratae*“.)

Diese meist etwas höher gewachsenen Weiden haben getrennte Staubfäden, kurz gestielten Fruchtknoten (Stiel höchstens zweimal so lang als die Drüse) und breite, wenigstens zuletzt kahle Blätter.

Die spießblättrige Weide (***Salix hastata*** L. [Fig. 95]) ist ausgezeichnet durch niedrigen Wuchs (bis 1 m hoch), breit-elliptische oder

---

[1]) So bei der Normalform (var. *discolor* Gaudin); es kann aber auch die Oberseite wollig-filzig sein (var. *velutina* Seringe), oder bei kahler Oberseite die Unterseite nur zerstreut behaart (var. *denudata* Buser). Eine besonders breitblättrige Form, mit breit-elliptischen oder eiförmigen, oft enorm großen Blättern (var. *latifolia* Buser) findet sich in schönster Entwicklung auf der Grieskumme ob. Zermatt; eine schmalblättrige Form (var. *angustifolia* Buser) mit Blättern, die 3—4 $^1/_2$ mal so lang als breit sind, in Bagnetal und bei Zermatt.

Fig. 95.
Die spießblättrige Weide.
(*Salix hastata* L.)

1. Zweig mit blühenden männlichen Kätzchen (Alpe de l'Allée im Eifischtal bei 2100 m, 6. Juli). 2. Weibliches Kätzchen, mit dem reichlichen Filz auf den Kätzchenschuppen (Val Sertig bei Davos, 1900 m, 11. Juli). 3. Fruchtkätzchen, mit den weit vortretenden Flughaaren des Samens (St. Moritz, Ende August). 4. Blatt der großblättrigen Abart (var. *vegeta* Andersson), Sertig bei Davos. 5. „Kleinste Form" (von der Au bei Bevers, Oberengadin, leg. R. Buser). 6. Auffallend schmalblättrige Form (zwischen Sils Maria und Silvaplana im Oberengadin, leg. R. Buser).
(Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

längliche, oberseits glänzend grüne, unterseits meist seegrüne kahle[1]) Blätter mit rötlichgelbem Mittelnerv (2,5—6 cm lang, 0,9—2,8 cm breit), gleichzeitig mit den Blättern erscheinende beblättert gestielte Kätzchen, deren Schuppen mit langen, silberweißen, zuletzt kraus zusammengezogenen Haaren bedeckt sind. Der Fruchtknoten ist stets vollkommen kahl. Die großblättrige Form (var. *vegeta* Anderson = S. *Hegetschweileri* Heer p. p.) kommt häufig zwischen dem Typus vor.

Diese Weide bildet mit den andern niedrige Gebüsche auf steinigen frisch gelegenen Weiden und geht in reduzierten Formen bis zur Schneegrenze (in Wallis von 1600—2500 m, in den Waadtländer Alpen von 1500—2200 m, in Graubünden bis 2520 m [Puschlav nach Brockmann], Glarus bis 1900 m, St. Galler Alpen von 1800 m an aufwärts, in den bayerischen Alpen von 1040—2135 m [in der Eiskapelle am Königsee schon bei 830 m]. *Salix hastata* ist einerseits im nordischen und arktischen Eurasien weit verbreitet,[2]) anderseits auf den Gebirgen der gemäßigten Zone von der Sierra Nevada Spaniens über die Pyrenäen, Alpen und Sudeten bis zu den Karpathen, und wiederum in Tibet und Himalaya, mit Überspringung des Kaukasus.[3])

Sie gehört wohl zweifellos zum arktischen (bezw. nach Christ nordasiatischen) Anteil unserer Alpenflora; ihre eiszeitlichen Wanderetappen sind durch fossile Reste über dem glazialen Boulder-Clay in Südengland und in den „Dryastonen" von Schwerzenbach bei Zürich belegt.

Anhangsweise mögen noch einige Arten genannt werden, welche ihre Hauptverbreitung unterhalb der Baumgrenze haben und nur selten sie überschreiten, wohl aber im Weidengebüsch der Coniferenzone oft eine wichtige Rolle spielen. Es sind das:

Salix grandifolia Seringe, die großblättrige Weide; *Salix nigricans* Sm., die schwärzliche Weide, welche im Wallis bis 2400 m steigt; *Salix myrtilloides* L., die heidelbeerblättrige Weide, eine nordische und torfbewohnende Form, welche in der Schweiz einen einzigen Standort hat: auf den Mooren der Alp Gamperfirn am Nordhang der Curfirsten, *Salix glabra* Scopoli, die kahle Weide, eine der östlichen Hälfte der Alpenkette eigentümliche, von Oberbayern bis zum Wiener Schneeberg verbreitete Art der Krummholzregion; *Salix phylicifolia* L. (= *bicolor* Ehrh., *Weigeliana* Wimmer), eine nordische, bei uns sehr zerstreut auftretende Form (Oberwallis, Gruyère); *Salix pentandra* L., die fünfmännige oder Lorbeerweide, eine stattliche Baumweide mit glänzend dunkelgrünen, zierlich drüsig gekerbten großen Blättern, eine hochnordische Form, die in den Alpen bis 2000 m steigt (Arolla im Eringertal).

---

[1]) In der Jugend stets mehrweniger seidighaarig, ausgewachsen stets kahl; eine var. *sericea* Seringe existiert nicht (R. Buser).

[2]) Dänemark, Norwegen, Schweden, Lappland, Nordfinnland, Nordrußland, Kola, Samojedenland bis 68 $^1/_2$ ° NB., Sibirien (Alatau, Altai, Baikalgebiet, Dahurien, in der arktischen Zone an der Boganida).

[3]) Einen interessanten Standort hat sie als Glazialrelikt am Südrand des Harzes bei Stempeda am Alten Stolberg, wo sie im Buchenwald heidelbeerartige Gebüsche bildet (Drude); auch in den Sudeten (Gesenke) ist sie verbreitet.

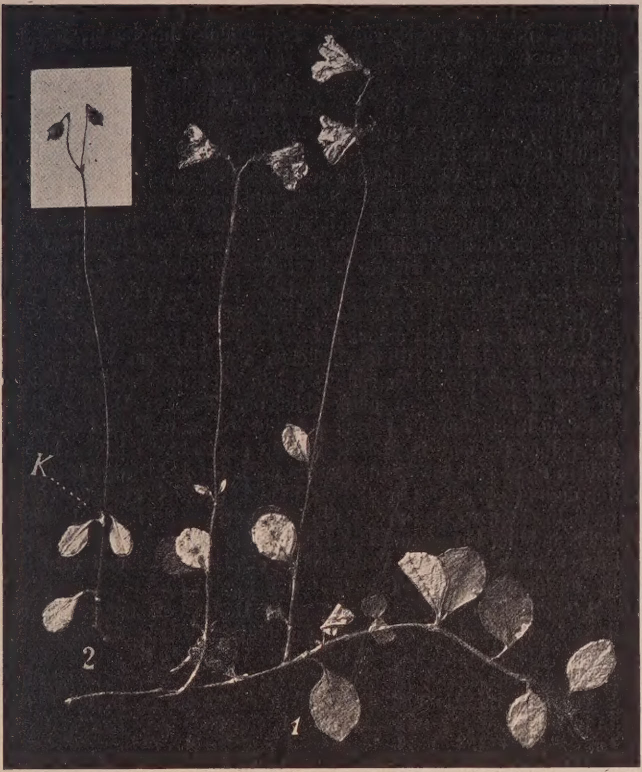


Fig. 96.

Die nordische Linnaee.
(*Linnaea borealis* Gronovius.)

1. Blühendes Ende eines langen kriechenden Ausläufers (am Fuße des Seehorns bei Davos, in ca. 1700 m ü. M., im moosigen Fichtenwald, 12. August 1901, leg. Dr. F. v. TAVEL). 2. Fruchtendes Exemplar, mit 2 hängenden Früchtchen (von demselben Standort, am 30. September 1901 gesammelt). Die Samen keimten bei einem Versuch in der eidgen. Samenkontrollstation Zürich nach 116 Tagen zu 50%. — Bei K die Knospe, welche nach dem Absterben des Fruchtzweiges den Trieb nächstes Jahr fortsetzen wird. — Die Unterseite der vollkommen kahlen Blätter ist viel heller als die Oberseite und schimmert auf der Abbildung weißlich). (Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

Anhang.

Die höchststeigenden Sträucher des Coniferengürtels.

Wir haben im Vorhergehenden diejenigen Holzpflanzen behandelt, welche oberhalb der Baumgrenze eine wichtige Rolle spielen. Es begleiten aber den Alpenwanderer noch eine Anzahl auffallender Erscheinungen aus der Gruppe

der Holzpflanzen bis zur Baumgrenze; sie mögen hier noch rasch an uns vorüberdefilieren, da sie vielfach sich an Formationen beteiligen, die aus der alpinen Region in den Coniferengürtel herabreichen.

Wir wandern auf dämmerigen Pfaden durch den Fichtenwald, der im Puschlav, jenem südlichen, vom Bernina zum Veltlin führenden Alpental die Hänge begrünt, am Wege vom Maiensäß Cavaglia zur Alp Verona. Ernst und feierlich stehen die stillen Bergfichten, dicht behangen mit üppigen greisenhaften Flechtenbärten. Wie mit Gigantenarmen klammern sie sich mit sehnigen Wurzeln an die Felsen der Blockwildnis, die sie siegreich bezwangen. Ein schwellender Moosteppich gießt sich in grünen Kaskaden von Block zu Block; mit feinen Ranken durchspinnt ihn die liebliche ***Linnaea borealis*** Gronovius, die nordische Linnaee: Es ist ein kriechendes Halbsträuchlein, an der Grenze von Kraut- und Holzgewächs; lange, das Moos fadenartig durchziehende „Erdstämme“ tragen zierliche kreisrunde Blättchen, in weiten Entfernungen angefügt (Fig. 96). Auf schwankem Schaft zittern, an fadendünnen Stielen aufgehängt, zwei rötlichweiße Blütenglöckchen von feinstem Vanilleduft; jedes birgt im Grunde, durch das hängende Dächlein der Krone wohlgeschützt, einen zwischen den 4 Staubgefäßen ausgeschiedenen Tropfen Honig. Der Weg dazu wird dem Insekt durch 5 purpurne Längsstreifen und der Sitz des Honigs durch ein gelbes Saftmal im Kronengrunde gewiesen. Kleinen kriechenden Honigräubern stellt sich als Hindernis die stark drüsig-klebrige Oberfläche der Vorblätter, des unterständigen Fruchtknotens und des Kelches entgegen (Fig. 97 A). Anfliegende Insekten werden zuerst die weit vorragende Narbe berühren und so Fremdbestäubung bewirken. Die Frucht, die aber sehr selten angetroffen wird, ist von stark klebrigen Vorblättchen eingeschlossen und wird so durch Anhängen an Tiere verbreitet (Fig. 96, 2 und Fig. 97 B).

Die *Linnaea* ist ein typisch nordischer Bestandteil unserer Flora; ihre Verbreitung ist eine zirkumpolare und die einer nordischen Nadelwaldpflanze in Schottland, Nordengland, Skandinavien (bis 71° 10′),[1]), im ganzen nördlichen Rußland etwa bis zur südlichen Fichtengrenze; in Norddeutschland ist sie ein Bestandteil der Kiefernheide und des Kiefernhochwaldes (z. B. bei Berlin) und stimmt in ihrer Verbreitung nahezu mit der Kiefer überein.[3]) In Amerika (Rocky Mountains), Asien (Altai, Ural, Kaukasus) und Europa (Alpen, Tatra in den Karpathen) bewohnt sie außerdem das Gebirge und hat vereinzelte Standorte als Glazialrelikt in den Zwischenräumen zwischen ihrem nordischen und alpinen Areal (auf dem Brocken und dem Meißner östlich Cassel). Sie ist eine typische Glazialpflanze und steht in unseren Alpen ganz ohne nähere Verwandte da.[2]) Sie ist auch bei uns eine ausgesprochene Coniferenbegleiterin, eine Pflanze moosreicher Lärchen-, Arven- und Fichtenwälder, die nicht über die Baumgrenze hinausgeht; sie mischt sich dem Vaccinietum der Alpenheide in seiner Waldfazies bei (Tirol bis 1580 m, Graubünden ca. 1900 m, Wallis 1900 m); sie bewohnt vorzugsweise die Zentralalpen: in Wallis ist sie besonders in den penninischen Ketten verbreitet, fehlt dem Simplon, Oberwallis und den Bernerketten, findet sich aber auf dem jenseitigen Abhang derselben im Engstligental bei Adelboden in einem versprengten Vorposten; in Tessin ist sie selten

---

[1]) Hier mischt sie sich auch den Birkenwäldern bei, geht sogar hoch über die Baumgrenze auf den norwegischen „Fjelden“.

[2]) Sie gehört zur Familie der Geisblattgewächse (*Caprifoliaceen*), mit dem Geißblatt, dem Hollunder und dem Schneeball.

[3]) In Dänemark ist sie nachträglich in die seit etwa 100 Jahren angepflanzten Kiefernwälder eingewandert (Warming).

(Cimalmotto, Val Campo; Airolo), in Bünden häufig (Engadin, Avers usw.); auf den Voirons und beim Hakenwirtshaus an der kleinen Mythe bei Schwyz hat sie ganz isolierte Vorposten.

Wir setzen unsere Wanderung durch den Alpenwald fort; er führt uns an einem gewaltigen Felsblock vorbei, über den in graziös geschwungenen Ranken eine „Liane", eine Schlingpflanze herabhängt, die einzige, welche die Alpen besitzen: es ist die **Alpenrebe** (***Atragene alpina*** L. = Clematis alpina Miller, Fig. 98). Mit holzigem gewundenem Stengel strebt sie empor, von den reizbaren rankenden Blattstielen und Fiederstielchen am stützenden Zweige be-

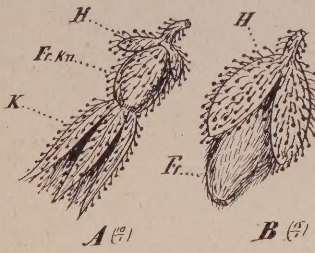


Fig. 97.

Kelch und Frucht der *Linnaea borealis* Gronovius.

A. Blüte nach Entfernung von Krone und Griffel. H=Hochblätter; Frkn=der unterständige Fruchtknoten; K = Kelch. Alles ist mit klebrigen Drüsen dicht besetzt, zum Schutz gegen aufkriechende Honigräuber (nach Natur von C. S.).
B. Die Frucht (Fr.), eingehüllt von den vergrößerten, klebrigdrüsigen Hochblättern, mittels deren die Frucht durch Anhängen an vorbeistreifende Tieren verbreitet wird. (Nach Natur von C. S.).

festigt oder auch nur auf spreizenden Organen sich stützend; oder der Stengel „läuft" am felsigen oder schuttreichen Boden. Die gegenständigen Blätter sind doppelt dreischnittig, die schönen großen blauen (selten weißen) Blütenglocken hängen an langen Stielen senkrecht oder schief herab. Innerhalb der 4 glockig zusammenneigenden langen Blütenblätter, die bei der seltenen Spielart *Kraettliana* Schr. zierlich gefranzt erscheinen (Fig. 99), sitzt zunächst ein Kranz von 4 hellen spatelförmigen „Staminodien" (= „verbildeten Staubgefäßen") (Fig. 98, 2a, auch Fig. 99), dann folgen Übergänge zu Pollenblättern und endlich die zahlreichen, dicht zusammenschließenden Staubblätter, welche den das Zentrum einnehmenden Büschel von 40—50 dichtgedrängten Stempeln umhüllen und weit überragen. Der Honig wird von den rinnig gestalteten Basalpartien der Staubblätter ausgeschieden und geborgen, und kann nur durch kräftige, von unten her die Staubblätter auseinanderdrängende Insekten geholt werden. Das sind nur Bienen und Hummeln imstande, die dann auch nach übereinstimmenden Beobachtungen von Müller, Kerner, Ricca und Schulz die einzigen Besucher derselben sind und die Fremdbestäubung vermitteln. Zuletzt freilich schieben sich die noch empfängnisfähigen Narben so weit vor, daß sie vom Pollen der eigenen Blüte bestäubt werden können (Kerner).

Die zahlreichen, aus einer Blüte hervorgehenden Früchte bilden eine grauliche Perücke (Fig. 98, 3); jedes Früchtchen trägt als langen gefiederten Flugapparat den bleibenden Griffel (Fig. 98, 4).

Fig. 98.

Die Alpen-Waldrebe.
(*Atragene alpina* L.)

1. Stück einer blühenden Pflanze (bei der Solisbrücke am Schynpaß bei 860 m, leg. Brügger). St = Stück des Stengels; der Pfeil gibt die Richtung von unten nach oben an; das Stück steht also verkehrt, der morphologische untere Teil ist nach oben gewendet. Es trägt noch die Reste zweier Blätter vom vorigen Jahr, deren gewundenen Blattspindeln, als Ranken figurierend, erhalten geblieben sind (B 1 und B 2). Jedes dieser letztjährigen Blätter trägt eine Knospe in seiner Achsel. Kn 1, d. h. die Knospe in der Achsel des Blattes B 1, hat sich zum blühenden diesjährigen Trieb entwickelt; das eine der beiden Blätter derselben ist das abgebildete, das andere wurde bei x abgeschnitten. 2. Übergang von dem Staminodium a zu den Staubgefäßen (c und d). 3. Junge Sammelfrucht, aus den zahlreichen Stempeln einer Blüte gebildet, welche mit fedrigen Griffeln versehen sind. 4. Ein reifes Nüßchen; der bleibende federhaarige Griffel dient als Flugapparat zur Verbreitung durch den Wind, als „anemochore Ausrüstung". (Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

Die Alpenrebe hängt ihre schönen Glocken bald im Gebüsch des *Rhodoretums* auf, wo es als Unterholz im Alpenwald auftritt, bald ziert sie bemooste Felsen in schattigen Lagen und Waldschluchten oder sie entsprießt dem Boden kahler legföhrenbewachsener Schutthalden, oder endlich sie klettert an Arven und Fichten empor: allermeist also als Waldpflanze.

Fig. 99.

Die Blüte der schlitzkronigen Spielart der Alpen-Waldrebe.
(*Atragene alpina* L. lusus *Kraettliana* Schröter.)

Die Pflanze stimmt in allen übrigen Merkmalen mit dem Typus überein; die einzige Abweichung sind die hier (künstlich ausgebreitet!) dargestellten Blütenblätter, deren Rand zierlich zerschlitzt erscheint. Zwischen denselben sind die Staminodien sichtbar. Ob die abnorme Fünfgliedrigkeit der Blütenhülle eine allen Blüten dieser Spielart zukommende Eigenschaft ist, muß unentschieden bleiben, da mir nur ein Herbar-Exemplar vorlag. Es stammte von Bevers im Oberengadin und war von Krättli gesammelt.
(Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

In ihrer Gesamtverbreitung zeigt sie zwei Hauptareale: erstens ein westliches auf den Pyrenäen, Alpen und Karpathen; in den Alpen fehlt sie auf weiten Strecken, so z. B. im Wallis und der zentralen Schweiz, findet sich dagegen am Salève bei Genf, in den Freiburger Alpen, Boltigen und dann besonders in Graubünden, welches sie von ihrem ostalpinen Areal aus besiedelt. Das zweite Hauptareal, vom ersten durch etwa 1000 km getrennt (wo sie in

etwas abweichenden Formen, var. *sibirica* DC. und var. *platysepala* Trautvetter auftritt) beginnt im nordöstlichen Rußland[1]) und geht durch ganz Sibirien bis zur Amurmündung, Kamtschatka und Japan; sie fehlt völlig in Skandinavien,

Fig. 100.

Die blaue Heckenkirsche.
(*Lonicera coerulea* L.)

1. Blühender Zweig; die Blüten sitzen paarweise auf einem unterständigen Fruchtknoten, der aus zweien verwachsen ist (Flüelawald bei Davos, bei 1570 m).
2. Zweig mit der beerenartigen Frucht (Fr). (Hecke auf d. Bennau bei Einsiedeln, ca. 950 m ü. M., 10. Juli.)
3. Üppiger Blatttrieb von ebenda; N = das „interpetioläre" Nebenblatt, zwischen den beiden Blattstielen entspringend. Kn = drei übereinander in der Blattachsel auftretende Knospen; zu unterst die Hauptknospe, darüber 2 „seriale Beiknospen".

(Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

im Kaukasus und in der Arktis. Es spricht ihr ganzes Verhalten sehr zu gunsten der Annahme von Christ und Engler, daß sie ihre Heimat in Nordostasien habe.

---

[1]) Im Ural ist sie besonders häufig auf Kalk; an den Ufern der Tschussowaja (im Gouverment Perm, bei ca. 58° NB.) „umwandt sie in ganzen jungen Waldrevieren alle Bäume und prangte (am 19. Mai) mit häufigen Blumen" (Köppen, Geogr. Verbr. d. Holzgew. d. eur. Rußl. u. d. Kauk. I. 1888. S. 6).

Unter dem Gebüsch der Coniferenzone fällt uns ein Strauch auf mit korallenroten Zweigen und blaubereiften Beeren: **die blaue Heckenkirsche** (***Lonicera coerulea*** L.) (Fig. 100) oder die blaue „Zweikirsche“; sie heißt so, weil bei näherem Zusehen die Beere sich als aus zwei verwachsenen Fruchtknoten entstanden erweist. An den üppigen Laubtrieben sitzen über jedem Blatt 2—3 spitze Knospen dicht übereinander rechtwinklig abstehend: ein sehr bezeichnendes Merkmal. Die gelblichweißen Blüten entspringen paarweise auf einem unterständigen Fruchtknoten; ihre Bestäubungsverhältnisse sind in der Erklärung zu Fig. 101 beschrieben.

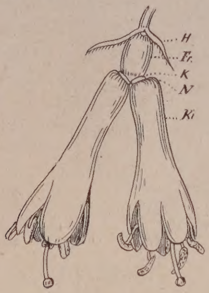


Fig. 101.
Blüten der blauen Heckenkirsche.
(*Lonicera coerulea* L.)

H=Hochblätter. Fr=der unterständige „Doppelfruchtknoten“, beiden Blüten gemeinschaftlich angehörend. K=Kelch. N=die Ausbuchtung der Blumenkrone (Kr), die als Nektarium dient. Die gelblichweißen Blüten dieser Lonicera sind durch ihre senkrecht oder schräg herabhängenden, etwa 10 mm langen Kronröhren in ausgeprägter Weise langrüsseligen Bienen und Hummeln angepaßt. Dieselben hängen sich von unten an die Blüten, stecken den Rüssel in die Röhre, den Kopf in den erweiterten Eingang. Dabei müssen sie mit ihrem Kopf zuerst die Narbe, dann die Staubgefäße berühren. Fliegen sie auf andere Blüten, so bewirken sie Kreuzung. Bei schräg hängenden Blüten kann allerdings auch leicht Selbstbestäubung eintreten, indem der Pollen auf die Narbe der eigenen Blüte fällt (nach H. Müller-Lippstadt, Alpenblumen S. 397).

Die blaue Heckenkirsche bewohnt die Wiesen- und Hochmoore der montanen Region (in Bayern vom Memmingerriet bei 600 m an, in der Schweiz von ca. 900 m an, in Einsiedeln), mischt sich dem Gebüsch subalpiner Weiden und den Hecken bei, ziert den Voralpenwald der nördlichen Kalkalpen, den Legföhrenwald der Zentralalpen und breitet unter den Arven ihre Zweige (im Wallis bis 2000 m, in den bayerischen Alpen bis 1990 m, im Salzkammergut bis 1624 m). Auch sie hat als ausgesprochene Glazialpflanze mehrere getrennte Verbreitungsbezirke: einen in den mitteleuropäischen Gebirgen (Pyrenäen, Alpen, Jura, bayerischer Wald, Banat, Siebenbürgen), dann einen versprengten Reliktstandort auf der subalpinen Bergheide des Arber im Böhmerwald, eine weitere inselartige Kolonie im Kaukasus und auf der Sierra Nevada in Kalifornien, und endlich ihr zusammenhängendes Hauptareal vom nördlichen Schweden (fehlt in Norwegen und Finnland) durch das ganze nördliche Rußland (bis $67\,^3/_4{}^0$) und den Ural nach Sibirien und Zentralasien bis Kamtschatka und zum Amur.

Eine stete Begleiterin des Berg- und Alpenwaldes bis in die Nähe der Baumgrenze ist die stattliche **Alpen-Heckenkirsche** (***Lonicera alpigena*** L.), mit großen, unterseits eigentümlich glänzenden Blättern, trübroten Blüten und glänzend kirschroten Doppelbeeren. Sie steigt im Wallis bis 2100 m, im Berneroberland bis 1700 m, in Bünden bis 2030 m, in den bayerischen Alpen, dem

Salzkammergut und Tirol bis 1625 m. Sie ist ein „alpines Element“, ein Produkt des Rückgrats von Europa, von den Pyrenäen über die Auvergne durch die ganzen Alpen nebst Jura und Schwarzwald (fehlt den mitteldeutschen Gebirgen) und durch die Balkanländer bis nach Griechenland (fehlt aber den Karpathen und dem Kaukasus).

Fig. 102.
Die alpine Heckenrose.
(*Rosa alpina* L.)
Zweig mit Blütenknospe; N = die an dem Blattstiel angewachsenen Nebenblätter (von der Alp Thyon oberhalb Sitten). (Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

Etwas tiefer bleibt die **schwarze Heckenkirsche** im Alpenwald zurück (***Lonicera nigra*** L.), mit langen Blütenstielen und schwarzen, nur am Grunde verwachsenen Doppelbeeren (Wallis von 800—2000 m, St. Gallen und Appenzell von 700—1400 m, Bündnerland bis 1800 m, Glarus bis 960 m, bayerische Alpen und Salzkammergut bis 1625 m). Sie ist eine Bewohnerin der Berge Mittel- und Südeuropas (Pyrenäen, Cevennen, Auvergne, Vogesen [hier auch der „Albino“ mit grünen Beeren!), Jura, Schwarzwald, ganzer Alpenzug, Lausitz, Sudeten, Böhmerwald, Karpathen, Balkanländer bis Griechenland) fehlt aber im Norden.[1])

Neben der Alpenrose leuchtet uns in feurigem Rot die wahre „Rose der Alpen“ entgegen, die **Alpen-Heckenrose** (***Rosa alpina*** L. = *R. pendulina* L.

[1]) Die Angabe Willkomms (Forstl. Flora, II. Aufl. S. 586), daß *L. nigra* in Rußland und Sibirien bis Kamtschatka sich finde, wurde von Koeppen (Verbreit. d. Holzgew. d. eur. Rußlands I S. 484) als unrichtig nachgewiesen.

erweitert)[1]) (Fig. 102). Oft ist sie nahezu unbewehrt — also eine Rose ohne Stacheln! —, oft aber auch reichstachlig.[2]) Sie ist ferner ausgezeichnet durch die zahlreichen Fiederblättchen (7—11), die meist einzeln stehenden langgestielten, lebhaft rosenroten bis purpurnen Blüten, die kuglige bis flaschenförmige, meist etwas überhängende „Hagebutte". Sie ist außerordentlich vielgestaltig;

Fig. 103.
Das buchsblättrige Kreuzkraut.
(*Polygala chamaebuxus* L.)
1. Blühender Zweig; links oben eine Blüte; K = hinteres Kelchblatt. Fl = Kelchflügel, den 2 seitlichen Kelchblättern entsprechend, als Schauapparat fungierend, ökologisch der Fahne der Schmetterlingsblütler entsprechend. Kr = vorderes Kronblatt, Staubgefäße und Stempel bergend, dem Schiffchen der Schmetterlingsblüte analog. 2. Fruchtzweig mit 3 verkehrt-herzförmigen Kapseln (Fr). (Vom Uto bei Zürich, ca. 600 m ü. M.)
(Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

nach der Behaarung und der Drüsigkeit der Blätter, ihrer Bezahnung, der Bestachelung, der Form der Frucht unterscheidet Keller a. a. O. etwa 30 verschiedene Abänderungen. Sie schmückt mit ihren zierlichen Blüten Wälder und Gebüsche von der montanen Region bis über die Baumgrenze hinaus (bis 2460 m am großen St. Bernhard, 2100 m in den St. Galler Alpen, 2500 m am Parpaner Rothorn, 2000 m in Oberbayern), mischt sich dem Alpenerlen- und Legföhrengebüsch bei und tritt oft mitten auf Matten und Weiden an steinigen

[1]) Vergl. über diese beiden Namen die treffliche Bearbeitung der Gattung Rosa von R. Keller in Ascherson und Graebner, Synopsis d. mitteleur. Flora, Bd. VI, 1. S. 299. Leipzig 1902.

[2]) „Stamm unterwärts mehr oder weniger bewehrt, oberwärts nebst den Ästen und Zweigen wehrlos oder ± dicht mit meist nadelförmigen oder borstlichen, geraden Nadeln bewehrt" (R. Keller a. a. O.).

Stellen auf. In ihrer Allgemeinverbreitung erscheint sie als ein Produkt des Rückgrats von Europa: Mittel- und Nordspanien, Pyrenäen, Auvergne, ganze Alpenkette, Balkanländer bis Thessalien, Apenninen; von den nördlich sich angliedernden Mittelgebirgen besiedelt sie den Jura, die Vogesen, den Schwarzwald (nur auf dem Feldberg!), den Böhmerwald (400—1200 m) und in wenigen Standorten das Erzgebirge; ferner wird sie für Galizien und Polen angegeben.

Ein Kind der Sonne, ein „Winterblüher"[1]) oder wenigstens ein erster Frühlingsbote, von den Gestaden der insubrischen Seen bei 200 m, bis jenseits der letzten Vorposten des Holzwuchses bei 2480 m im Wallis, grüßt uns mit blaßgelben großen Blüten **die buchsblättrige Kreuzblume (*Polygala chamaebuxus* L.)** (Fig. 103). Es ist ein Gruß aus der immergrünen Mittelmeerzone, den sie uns vereint mit ihrer meist sie begleitenden Schwester, der Schneeheide (*Erica carnea*) zusendet. Die derben Lederblätter sind gegen den sengenden Sonnenbrand des italischen Sommers ebensogut gerüstet wie gegen die austrocknenden Stürme der Alpenhöhen. Die Blüten (Fig. 103) haben zwei weißlichgelbe, bei der Abart *rhodoptera* Bennet prächtig rot überlaufene „Flügel" (es sind 2 am Schauapparat beteiligte Kelchblätter) und eine verwachsenblättrige Krone, welche an ihrem vorderen Ende einige dunkel orangegelbe fleischige Anhängsel führt. Die Blüte ist für Fremdbestäubung eingerichtet und zeigt, obwohl einer ganz andern Verwandtschaft angehörig, manche Analogie mit den Schmetterlingsblütlern.

Die buchsblättrige Kreuzblume schließt sich als kalkliebender Mager- und Trockenheitszeiger von vorwiegend präalpinem Charakter, von der Weinzone bis in den Krummholzgürtel verbreitet, in allen Stücken eng an die Schneeheide (*Erica carnea*) an. Sie bewohnt lichte Wälder (die Mischwälder der Hügelzone, den Kiefernheidewald, den Schwarzföhrenwald Österreichs), ist einer der treuesten Begleiter der Schneeheide- und der Steinröselformation (*Erica carnea* und *Daphne striata*), mischt sich dem *Sesleria*- und *Carex humilis*-Rasen bei, und geht mit dem *Rhododendron*- und Legföhrengebüsch bis über die Baumgrenze hinaus.

Im Wallis wächst sie von 400—2480 m, in den Waadtländer Alpen von 400—1700 m, im Berneroberland bis 1920 m, in St. Gallen und Appenzell von der Weinzone bis 2000 m, im Bündnerland bis 2400 m (Aroser Weißhorn nach Braun), im Karwendelgebirge bis 2000 m (Drude).

Das Gesamtareal der *Polygala* ist ein geschlossenes, den ganzen Alpenzug und seine Angliederungen von der Dauphiné bis nach Kroatien, Dalmatien und das Banat umfassend und nur noch auf den Appennin übergreifend. Nach Norden streicht sie in einem vorgeschobenen Posten bis ins Vogtland. Sie steht in unserer Flora einsam da, als einzige holzige *Polygala*; ihre nächsten Verwandten (*P. Munbyana* Boiss. et Reut., *Webbiana* Cosson und *Balansae* Cosson) finden sich alle in Nordafrika, in Algier und Marokko, und nur eine (*P. vayredae*) in den Pyrenäen. Christ rechnet deshalb wohl mit Recht die *Polygala chamaebuxus* zum altafrikanischen Element der Alpenflora.

Inmitten der Zwergstrauchheide treffen wir zu unserer Überraschung zierliche rötlich überhauchte Apfelblüten en miniature. Sie gehören einem Verwandten der Eberesche an, der **Zwergmispel-Eberesche (*Sorbus chamaemespilus* Crantz**, Fig. 104). Sie ist eine ausschließliche Bewohnerin der

---

[1]) Soeben erhalte ich von Herrn Prof. Prjanischnikow prächtig blühende getrocknete Exemplare von *Polygala*, die er am 24. Dezember 1904 am Südhang des Schiahorns bei Davos bei ca. 1800 m ü. M. gesammelt hat, mit *Erica carnea* und *Gentiana verna*. (Anm. während des Druckes.)

Coniferen- und untern Alpenregion, vorzugsweise auf Kalkboden, besonders der Legföhre, Alpenerle und Alpenrose sich beimischend (im Wallis 1500—2000 m, in den Waadtländer Alpen 1000—2000 m, in den St. Galler und Appenzeller Alpen von 1400—2000 m, im Bündnerland bis 2050 m [Lenzeralp nach J. Braun], in den bayerischen Alpen 1400—1812 m, selten tiefer, so z. B.

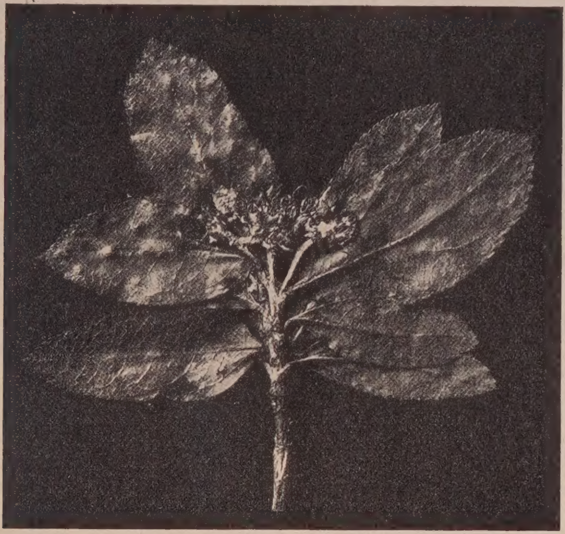


Fig. 104.
Die Zwergmispel-Eberesche.
(*Sorbus chamaemespilus* [Linné] Crantz.)
Blühender Zweig von der Meerenalp (Kt. Glarus) bei ca. 1600 m ü. M.

auf der Insel im Erbsee bei 745 m). Es ist eine vorwiegend alpine Art: Pyrenäen, gesamte Kalkalpen, Schwarzwald, Jura, Kalk-Karpathen, Unteritalien.[1])

[1]) Neben *Sorbus chamaemespilus* kommen noch eine Reihe nahestehender Formen, z. T. Bastarde vor. Ich verdanke Herrn Moreillon, Bezirksförster in Montchérand sur Orbe, Kt. Waadt, der eine Monographie der schweizerischen *Sorbus*-Arten vorbereitet, folgende Bestimmungstabelle über diese Formen:

A. Kronblätter rosa, aufrecht; Blätter völlig oder nahezu kahl auf der Unterseite.

a) *S. chamaemespilus* L., Blätter von anfang an kahl oder nur ganz fein behaart auf den größern Nerven der Unterseite. In den Kalk- und Schieferalpen der Schweiz von 1300—2150 m.

b) *S. ambigua* Michalet, junge Blätter fein behaart oder hin und wieder unterseits kahl, später kahl. — Mit dem vorigen, aber seltener und meist mit ihm und den folgenden verwechselt (Pont de Nant, Mauvoisin, Kandersteg, Surenenpaß, Val Piora).

Zwei Johannisbeeren, die **Alpen-** und die **Felsen-Johannisbeere** (***Ribes alpinum*** L. und ***petraeum*** Wulfen) schmücken mit ihren Blütentrauben den Alpenwald bis zur Baumgrenze. Die erstere, mit unterseits fettglänzenden Blättern und aufrechten, unscheinbar grünlichen zweihäusigen Blütentrauben (auch die Fruchtträubchen stehen steif aufrecht!) ist einer der frühest blühenden Sträucher unserer Flora; er geht im Wallis bis 200 m, in den Waadtländer Alpen von 400—1700 m, im Glarus bis 1500 m, in der Sentiskette bis 1600 m, in den bayerischen Alpen bis 1624 m.

Er ist in Europa weit verbreitet (fehlt aber in Portugal, dem größten Teil von Spanien, Belgien, Südengland, Irland, dem nördlichen Norwegen, Lappland, Griechenland und Türkei), geht im Norden bis 66° in Finnland, nach Osten aber, entgegen ältern Angaben, nicht bis zum Ural, findet sich dagegen im Kaukasus bis 2130 m und in Turkestan.

Die Felsen-Johannisbeere ist ein viel auffallenderer Strauch, mit rötlichbraunen Stämmen und großen schön gelappten dunkelgrünen Blättern, mit dicken braunroten, zuletzt hängenden Blütentrauben; die Blüten sind zwittrig; der rote Kelch figuriert als Schauapparat, die Kronblätter sind ganz klein; die (sehr sauren!) blutroten Beeren sitzen an hängenden Stielen. Er steigt bis über die Baumgrenze: im Sesvennatal (Scarltal, Unterengadin) fand sich noch bei 2280 m im Weidengürtel ein prachtvoller Busch derselben, 1 m hoch, 3 m im Durchmesser, dicht behangen mit den rötlichen Trauben, am 12. Juli in voller Blütenpracht. Im Wallis geht er bis 2000 m, ebenso in den Waadtländer Alpen und im Berneroberland, im Kt. Glarus bis 1900 m, im Salzburgischen bis 1600 m; in den St. Galler und Appenzeller, sowie in den bayerischen Alpen fehlt er. Er hat mehrere getrennte Verbreitungsbezirke: einerseits Pyrenäen, Alpen, Jura, Vogesen, Sudeten, Italien, Sardinien und Balkan, andererseits Kaukasus, Turkestan, Himalaya und Sibirien bis zum Amur.

Auch unsere beiden **Felsenmispeln** steigen in den Alpen hoch empor: die **gemeine** (***Cotoneaster vulgaris*** Lindley) ist ein niederliegendes Sträuchlein mit unterseits weißfilzigen Blättern, rötlichen Blüten und blutroten kahlen mehligen Steinfrüchten, das trockene Hänge, felsige Standorte und Geröll, besonders auf kalkreichem Gestein liebt. Ihr regionaler Schwerpunkt liegt in montaner Höhe, sie geht aber über die Baumgrenze hinaus (im Wallis von 500—2400 m, im Waadtland von 800—2100 m, in Bünden bis 2640 m, in Glarus von 400—1700 m, in St. Gallen bis 2200 m, in den bayerischen Alpen bis 2031 m, im Salzburgischen bis 1624 m. Ihr weites Areal reicht von Spanien, Italien und Griechenland bis Norwegen (64° 30′), Schweden (63° 25′), Nordrußland (67° NB.), Ural, Sibirien bis Daurien; auch im Kaukasus, Afghanistan, Tibet und Thianschan kommt sie vor.

B. Kronblätter rosa oder rötlichweiß, fast ausgebreitet; Blätter unterseits filzig (*Sorbus Hostii* Tausch).

a) Blätter gezähnt, unterseits filzig, mit weißlichem Filz. Bastard zwischen *Sorbus aria* und *S. chamaemespilus.*

Zwischen den Eltern, selten (Ormond-dessus, Anzeindaz, Alpes de Bex, Agaru [Wallis], Mauvoison [Bagnetal], Lautaret [Eringertal], Sefinental, Mattstock [ob. Weesen]).

b) Blätter gelappt oder doppelt gezähnt, stark graulich-filzig auf der Unterseite. Bastard zwischen *S. Mougeoti* Soyer-Will. mit *S. chamaemespilus* L.

Zwischen den Eltern, selten (Davos-Wolfgang, Schiatobel-Davos, Alp Schlewiz [Alviergruppe], Mattstock ob. Weesen, am Speer, Mürtschenstock).

Viel enger umschrieben ist die Verbreitung des **filzigen Felsenmispel** (***Cotoneaster tomentosa*** Lindley), mit behaarten Steinfrüchten; sie gehört den Gebirgen Mittel- und Südeuropas von den Pyrenäen bis zum Athos an.

Auch die **Himbeere** (***Rubus idaeus*** L.) steigt hin und wieder bis zur Baumgrenze (Wallis 2000 m, am Berninapaß bis 2100 m usw.), und die **Traubenkirsche** (***Prunus padus*** L.) erreicht mit prachtvoll blühenden Büschen die Quote von 2050 m (Val Sesvenna, Scarltal).

Endlich mögen noch die wenigen Laubbäume erwähnt sein, welche dem Coniferenwald bis nahe seiner obern Grenze folgen: Die Haarbirke oder Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrhardt) (Sertigtal bis 2000 m), die Zitterpappel (*Populus*

Fig. 105.

Die höchststeigenden Laubbäume der Alpen.

A. Die Vogelbeeresche (*Sorbus aucuparia* L.); ein Zwergbäumchen, bei 2100 m im Rhododendron-Gebüsch des Capetta-Waldes im Avers gewachsen.

B. Die Zitterpappel (*Populus tremula* L.), Zweig eines ca. 40 cm hohen Bäumchens, bei 1900 m am Südhang der „Straffli“ unterhalb Cresta im Avers gefunden.

(Orig. Phot. nach getrockn. Material.)

tremula L.), in nur noch fußhohen Exemplaren bis 1900 m konstatiert (s. Fig. 103) und die Vogelbeeresche (*Sorbus aucuparia* L., Fig. 105), die noch bei 1900 m zu 8 m hohem Baum erwächst (Alp Farur, nach J. Braun) und in strauchiger Form bis 2200 m geht (am Parpaner Schwarzhorn, nach demselben).

Zweites Kapitel.

Die alpine Wiesenflora.

Empor, empor! Eilendes Fußes, voll Erwartung stiegen wir durch die schattenden Hallen des Alpenwaldes bergwärts; jetzt haben wir sie hinter uns! Morituri te salutant! schon grüßen uns mit sturmzerzausten Wipfeln die letzten Vorposten des Baumlebens, in denen in weihevollen Akkorden die aufwärtsstrebende Talflora ausklingt, dem Ansturm der winterdrohenden Höhen erliegend; mühsam arbeiten wir uns durch die pfadlosen Wirrsale des Strauchgürtels. Jetzt empfängt uns mit strahlendem Purpur die Alpenrose, eine abwärts brandende Welle des neuen uns entgegenströmenden Lebens der Alpenwelt. Und nun endlich setzen wir, hochaufatmend, den Fuß auf die freie Alpentrift, den Prunksaal, den ungehemmten Herrscherbezirk der Alpenflora; fessellos schweift der trunkene Blick über die vom glänzenden Höhenlicht übergossene Blütenfülle. „Kommst du zu rechter Zeit, so gleicht auch nichts in der Welt dieser wahrhaft berauschenden Herrlichkeit! Die großen Blumen, dicht aneinander stehend, verdecken förmlich die niedrigen kleinblättrigen Pflanzen, so daß das Grün nur spärlich durch die glänzenden Farben der Blumen hindurch schimmert, die man nur mit zögerndem Bedauern betritt“ (Christ). Nichts in der Welt gleicht dieser Pracht! in der Tat! ich hatte eine Reise um die Erde vollendet, im Paradies von Honolulu geschwelgt, die unvergleichliche Farbensymphonie des japanischen Herbstwaldes genossen, die Wunder der Tropenwelt geschaut, staunend, bangend unter der erdrückenden Fülle des javanischen Urwaldes gestanden, die entzückenden Landschaftsbilder Ceylons auf mich wirken lassen — alles das sank zurück hinter dem strahlenden Bild der im vollen Glanz der Alpensonne aufjauchzenden blütenreichen Alpenmatte, wie ich sie im Juni nach meiner Rückkehr auf dem Simplon sah!

Lange haben wir uns in behaglichem Genießen an dem Blütenreichtum gelabt; suchen wir jetzt den Rasen in seine reizvollen Einzelgestalten aufzulösen, und lassen wir die wichtigsten Gruppen an uns vorüberziehen. Vollständigkeit ist hier der unendlichen Fülle wegen unmöglich; wir müssen uns darauf beschränken, typische Repräsentanten einläßlicher zu schildern. Erinnern wir uns vorher noch einmal an die oben Seite 68—69 erörterten Formen der alpinen Wiesenbestände, und an die Seite 70—73 gegebene, zur Charakteristik der einzelnen Arten dienenden Beziehungen zu den Bodenfaktoren.

§ 1. Die Gräser der alpinen Wiesenbestände.
(*Gramineen*).

Eine unscheinbare, langweilige Gesellschaft! Schwer voneinander zu unterscheiden; eines sieht wie das andere aus! so etwa lautet das Urteil des Laien über die Gräser. Aber versuche einmal, diesen Formenreichtum zu beherrschen, nimm Dir die Mühe, die kleinen Ährchen zu zergliedern, die feinen, aber meist scharfen Unterschiede Dir einzuprägen, dann die verschiedenen Arten zu verfolgen in ihren Lebenserscheinungen, den Wundern ihres Blühens, ihres reichen innern Baues mit seinen mannigfaltigen Anpassungen, untersuche die gesetzmäßigen Beziehungen ihres Vorkommens zu Klima und Boden — und es geht Dir eine Welt voll Harmonie auf! Und wenn Du einmal, am lichtstarken Sonnentag auf der Alpwiese behaglich hingestreckt, das Farbenspiel etwa eines blühenden Bunthaferährchens aus nächster Nähe bewundert hast, oder die feinen Windhalmrispen ihren zarten Schleier spinnen sahst, so mußt Du gestehen, daß in den Alpen sogar das triviale Grasvolk zu bestrickender Schönheit veredelt wird!

Von der Erfahrung ausgehend, daß die Süßgräser und Sauergräser dem Studium große Schwierigkeiten bieten, von den Liebhabern der Alpenflora am wenigsten gekannt und in den verbreiteten Hilfsmitteln meist stiefmütterlich behandelt sind, haben wir gerade diese Gruppe ausführlicher behandeln und reicher illustrieren zu sollen geglaubt. Wir hoffen damit vielen einen Dienst zu erweisen.

Bei der folgenden Darstellung der Gramineen und Cyperaceen wurden außer eigenen Beobachtungen namentlich folgende Werke benutzt:

Ascherson u. Graebner, Synopsis der mitteleuropäischen Flora, Bd. II, 1. u. 2. Teil, 1898—1904.

Volkart, Dr. A., Bearbeitung der Gramineen und Cyperaceen in: Schinz u. Keller, Flora d. Schweiz, 2. Aufl. 1905, 1. u. 2. Teil.

Stebler u. Schröter, Die Alpenfutterpflanzen. K. J. Wyss, Bern 1889 (zitiert: St. u. Schr. Alpenfutterpfl.).

Stebler, Die besten Streuepflanzen. K. J. Wyss, Bern 1898.

Stebler u. Schröter, Die besten Futterpfl. I. Teil 3. Aufl., II. Teil 2. Aufl. Bern 1895 und 1902.

Weinzierl, Dr. Th. v., Alpine Futterbauversuche. Wien 1902.

Hackel, Monographia Festucarum europaearum. Kassel-Berlin 1882.

Ostenfeld, Flora arctica, Kopenhagen (1. Lief.).

Für die Höhenangaben wurde benutzt:

Für die ganze Schweiz: Heer, O., Über d. nivale Flora d. Schweiz. — Neue Denkschrift d. schweiz. nat. Ges. Bd. XXIX 1884.

Für das Wallis: Jaccard, H., Catalogue d. l. flore Valaisanne. — Basel, Genf und Lyon 1895. — Neue Denkschrift der schweiz. nat. Ges. Bd. XXXIV.

Für die Nordostschweiz: Wartmann u. Schlatter, Kritische Übersicht über die Gefäßpfl. d. Kantone St. Gallen und Appenzell. St. Gallen 1881—1888.

Für Graubünden: außer Heer, Nivale Flora: J. Seiler, Die Brüggerschen Materialien zur Bündner Flora (Manuskript); ferner schriftliche Mitteilungen der Herren Dr. Rübel (Berninagebiet), Josias Braun, Chur (Graubünden); H. Brockmann (Puschlav); E. Steiger, Beiträge z. Kenntnis d. Flora der Adulagebirgsgruppe (im Druck).

Für die bayrischen Alpen: Hegi, G., Beiträge z. Pflanzengeographie d. bayrischen Alpenflora. — München 1905.

Für Tirol: Freundliche briefliche Mitteilungen von Herrn Ludwig Graf v. Sarnthein in Innsbruck.

Für Niederösterreich, Günther Beck, Flora v. Niederösterreich, 2. Bd., Wien 1890—93.

§§ 1. Die Gräser der Trocken- und Frischwiesen.

§§§ 1. Die Lieschgräser (*Phleum*).

Das Alpenlieschgras (*Phleum alpinum* L., Fig. 106 u. 107.)

Wer vor der Heuernte, etwa Ende Juli, durch die herrlichen blühenden Wiesengelände im Urserental, oder im oberen Formazzatal, oder in St. Antönien im Praettigau, oder im Fassatal bei Campitello, im Ampezzotal ob. Cortina streift, dem fallen im bunten Teppich der gedüngten Mähewiesen kräftig tief braunviolett gefärbte Zylinderbürsten auf, auf langen, 20—50, selten 80 cm hohen Halmen steif emporgereckt. Das sind die kolbenförmig zusammengedrängten Rispen des Alpenlieschgrases. Es ist charakterisiert durch kurze unterirdische Ausläufer, glattes und kahles Halm- und Blattwerk, die vollkommen zylindrische, auch beim Biegen nicht lappig erscheinende Scheinähre (Fig. 106, 3), das „stiefelzieherförmige" einblütige Ährchen (Fig. 106, 4), die langen bewimperten (nur bei der Abart var. *commutatum* wimperlosen) Grannen an den Hüllspelzen (Fig. 106, 4, Gr.) und besonders die stark aufgeblasene oberste Blattscheide (Fig. 106, 1). Zur Blütezeit stehen die weißgelb gefärbten Staubbeutel horizontal weit hervor und überragen die kurzen Narben derselben Blüte, so daß, bei ruhigem Wetter wenigstens, der Pollen nicht auf die Narbe derselben Blüte fällt, Fremdbestäubung also die Regel ist (Fig. 106, 3). Es ist, wie das nahe verwandte Timothy-Gras der Ebene (*Phl. pratense*) ein Spätblüher: bei 1800 m erst Ende Juli oder Anfang August; die Abart *commutatum* fand ich allerdings schon am 12. Juli blühend bei 2400 m im Sesvennatal. Im Winter zieht es seine Blätter ganz ein. Verpilzte Wurzeln sind bei ihm bis jetzt nicht konstatiert (Volkart).

Das Alpenlieschgras ist ein feuchtigkeits- und düngerliebendes Gras subalpiner und alpiner Wiesenbestände, die Nivalregion nur tangierend, besonders auf gedüngten Mähewiesen, auf Geilstellen und „Lägern" der Weide zu finden, von ca. 1400—2800 m (Maximum 2900 m im Lavirums, Graubünden, wo die Schneegrenze ungefähr bei 2900 m liegt), vereinzelt bis 600 m herabsteigend; im Tirol von 1030 m (bei Bludenz),

bis ca. 2500 m, v. SARNTHEIN). Es ist ein treffliches Futtergras, besonders als Mähepflanze (das Heu enthält 14,62 % Rohprotein und 3,71 % Fett!, nach ST. u. SCHR.), entwickelt sich früh und treibt im zweiten Schnitt

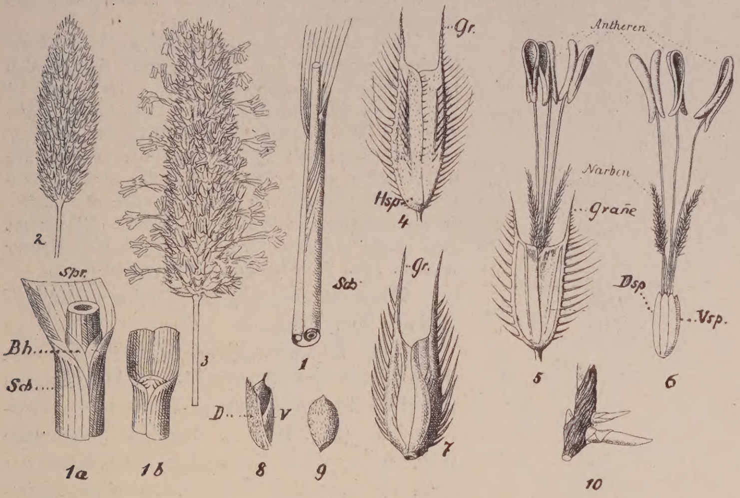


Fig. 106.

Das Alpenlieschgras.
(*Phleum alpinum* L.)

1. (1/1). Die aufgeblasene Scheide (Sch.) des obersten Halmblattes. 1 a. (4/1). Das Blatthäutchen (Bh.) des zweitobersten Halmblattes (Sch. = Scheide, Spr. = Spreite). 1 b. (4/1). Dasselbe von einem Blatt eines grundständigen Laubtriebes. 2. (1/1). Ährenrispe vor dem Aufblühen. 3. (1/1). Ährenrispe in voller Blüte: die Staubgefäße stehen wagrecht heraus. 4. (5/1). Ein Ährchen vor der Blüte („stiefelzieherförmig"). Hsp. = die Hüllspelzen, welche hier das einblütige Ährchen völlig umgeben. Gr. = Grannen an den Hüllspelzen. 5. (5/1). Ährchen in voller Blüte; Narben und Staubgefäße treten o b e n zwischen den Hüllspelzen heraus. 6. (5/1). Die aus den Hüllspelzen herauspräparierte Blüte mit Deck- und Vorspelze. 7. (5/1). Ein Fruchtährchen, von den bleibenden Hüllspelzen eingehüllt, welche als Windverbreitungsmittel (anemochore Ausrüstung) für die eingeschlossene Frucht dienen; sie sind flügelartig flachgedrückt und außerdem mit langen Wimpern versehen. 8. (5/1). Die von den Spelzen (D. = Deckspelze, V. = Vorspelze) umgebene Frucht, aus der Hüllspelze herauspräpariert. 9. (5/1). Die Frucht allein (Caryopse) mit dem Keimling rechts unten. 10. (1/1). Unterster Teil des Halmes mit 3 durchbrechenden (extravaginalen) Kriechtrieben, mit kurzen ersten Scheidenblättern. (Nach der Natur, 2 u. 3 v. L. S., alles übrige v. C. S., aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

sehr rasch nach. „Von allen Mähegräsern für Alpwiesen steht *Phleum alpinum* durch die Blattmasse, Winterfestigkeit und Ausdauer obenan und hat für die alpine Kultur die größte Bedeutung" (WEINZIERL).

Seine Verbreitung ist eine sehr weite: zirkumpolar, auf den meisten Gebirgen der nördlichen Halbkugel in der alten und neuen Welt und auf den südamerikanischen Gebirgen bis zur Maghellanstraße; es gehört also geographisch zum arktisch-altaischen Element der Alpenflora, pflanzengeschichtlich zu den Glazialpflanzen.

Fig. 107.

Das veränderte Alpenlieschgras. (*Phleum alpinum* L. var. *commutatum* Gaudin, in nat. Größe.)

A. Ganze Pflanze mit 2 eben verblühten Ährenrispen, im Sesvennatal, Unterengadin, b. 2400 m, am 12. Juli gesammelt.

B. Kuglige Ährenrispe, von der Moräne des Findelengletschers bei Zermatt. (Nach der Natur v. L. S.)

Als gut charakterisierte Abart erscheint namentlich (aber nicht ausschließlich) in hochalpinen Standorten das veränderte Lieschgras (var. *commutatum* Gaudin, Fig. 107), niedrig (10 bis 30 cm), mit beinahe kugliger Scheinähre und wimperlosen Grannen.[1])

Zum nächstverwandten Lieschgras der Ebene (*Phleum pratense* L., Timothygras) finden sich mannigfache Übergangsformen.[2]) Darunter ist namentlich das mittlere Lieschgras (*Phleum pratense* L., var. *medium* Brügger, in St. u. Schr.) ausgezeichnet, mit stets grüner Scheinähre, mit den Ährchen von *pratense*, aber der deutlich aufgeblasenen Scheide von *alpinum*; auch die Scheinfrucht verhält sich wie die von *alpinum*. Weinzierl fand diese Zwischenform bei 10 jähriger Kultur und an zwei Nachbaugenerationen konstant.

Michelis Lieschgras (*Phleum Michelii* Allioni, Fig. 108).

Vom Alpenlieschgras unterscheidet sich diese Art durch folgende Merkmale: Längere unterirdische Ausläufer, längliches Blatthäutchen (Fig. 108, 2), lappige Scheinähre (Fig. 108, 4), allmählich zugespitzte Hüllspelzen (Fig. 108, 5, 6) und Vorkommen eines „Stielchens", d. h. einer vor der Vorspelze stehenden Verlängerung der Ährchenachse (Fig. 108, 9, 11, 12); sie gehört durch letzteres Merkmal zu der Untergattung *Chilochloa*. Die Blütezeit ist (nach Volkart) dieselbe wie bei *Phl. alpinum*.

In seiner pflanzengeographischen Signatur ist Michelis Lieschgras total verschieden vom Alpenlieschgras. Es ist eine ausgesprochen kalkliebende, düngerfliehende, trockenheit- und lichtfordernde Bewohnerin der ungedüngten Mähewiesen und Wildheuplanken, von 1400—2400 m (Minimum und Maximum 800 und 2500 m, in Tirol 1100—2200 m,

---

[1]) „*Phleum alpinum* L. var. *commutatum* (vom Berninapaß stammend) erhielt sich in der Kultur auf dem Versuchsfeld der Fürstenalp (Dir. Dr. Stebler) seit 1899 in allen Merkmalen durchaus konstant. Insbesondere blieb es — in demselben Boden unmittelbar neben dem Typus gepflanzt! — stets viel kleiner als dieser, entwickelte sich dafür erheblich schneller und blüht jedes Jahr beträchtlich früher" (freundl. schriftl. Mitteil. von Dr. A. Volkart, 1906).

[2]) Vergl. die Zusammenstellung derselben in: C. S., Beiträge zur Kenntnis schweizerischer Blütenpflanzen. — Jahresber. d. St. Gall. naturwissensch. Gesellschaft. 1887/88. St. Gallen 1889.

v. Sarnthein; es steigt nicht in die Nivalregion), besonders an sonnigen steinigen Halden, ein willkommener, ertragreicher Bestandteil des Wildheus und durch seine Ausläufer eine bodenfestigende Art. Sie ge-

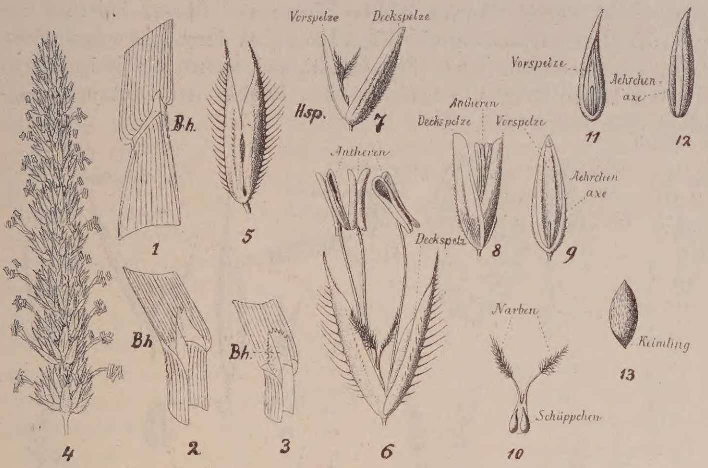


Fig. 108.

Michelis Lieschgras.
(*Phleum Michelii* Allioni.)

1. ($^1/_1$). Blatthäutchen (Bh.) des obersten Halmblattes. 2. ($^2/_1$). Dasselbe vom zweitobersten Halmblatt. 3. ($^1/_1$). Dasselbe von einem grundständigen Laubtrieb. 4. ($^1/_1$). Ährenrispe in voller Blüte; sie ist deutlich „lappig", d. h. aus einzelnen getrennten Etagen zusammengesetzt; beim Biegen der ganzen Ährenrispe tritt das noch deutlicher hervor. 5. ($^5/_1$). Ein Ährchen vor dem Aufblühen; die 2 Hüllspelzen (Hsp.) hüllen dasselbe völlig ein. 6. ($^5/_1$). Ein Ährchen in voller Blüte: die Hüllspelzen klaffen, die Staubgefäße treten weit heraus, die Narben spreizen seitlich zwischen den Hüllspelzen heraus; da das Ährchen aber schief steht, fällt der Pollen doch meist nicht auf die Narbe derselben Blüte. 7. ($^5/_1$). Die Blüte (ohne Staubgefäße) mit den beiden Spelzen. 8. ($^5/_1$). Dasselbe in noch nicht aufgeblühtem Zustand v. d. Seite. 9. ($^5/_1$). Das Spelzenpaar v. d. Vorspelze aus gesehen, mit dem „Stielchen", d. h. einem Stück der Ährchenachse. 10. ($^5/_1$). Stempel und Schüppchen der Blüte. 11. u. 12. ($^5/_1$). Die „Scheinfrucht", d. h. die von den beiden Spelzen umhüllte echte Frucht. 13. ($^5/_1$). Die echte Frucht (Caryopse) aus den Fruchtspelzen herauspräpariert. (Nach der Natur, 4 v. L. S., alles andere v. C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

hört nicht zum arktischen Anteil der Alpenflora, sondern ist in ihrer Gesamtverbreitung auf die Gebirge am Nordrande des Mittelmeergebietes und auf Italien und Sizilien beschränkt[1]) (ganzes Alpensystem, Jura, Apennin, Kroatien, Ungarn, Banat, Siebenbürgen, Serbien, Montenegro, Bosnien, Herzegowina) und gehört also zum mitteleuropäisch-alpinen Element. Die ganze Untergattung *Chilochloa* hat ihr Schwergericht in Südeuropa bis Vorderasien.

[1]) Das früher angegebene Vorkommen in Nordeuropa (England) und dem Kaukasus bezieht sich nach Ascherson u. Graebner auf *Phl. montanum*.

§§§ 2. Die Windhalmarten (*Agrostis*).

Die alpinen Windhalmarten (*Agrostis alpina* Scopoli und *A. rupestris* Allioni) gehören zum zierlichsten und feinsten, was die Alpennatur aus dem profanen Grastypus herauszubilden verstanden hat. Beide sind ausgezeichnet durch niedrige dichte Horste mit feinen, borstlich zusammengefalteten Grundblättern (Fig. 110, A u. 4), durch weit ausgebreitete Rispen mit haarfeinen Ästen (Fig. 110, A) und bunten einblütigen Ährchen mit langer Granne, welche auf dem Rücken der Deckspelze entspringt (Fig. 109, 9, 110, 7).

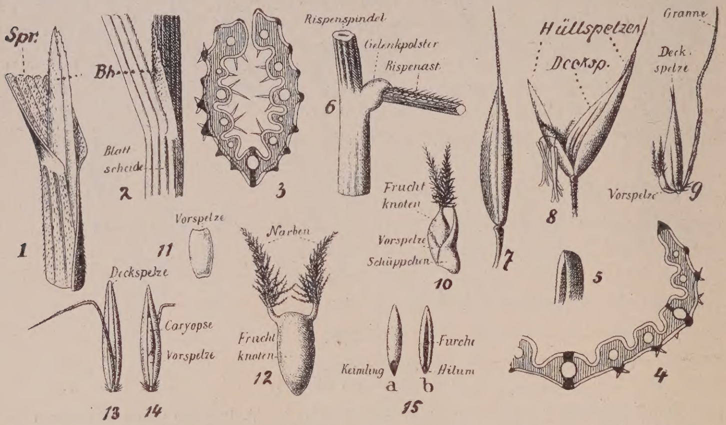


Fig. 109.

Der Alpenwindhalm (*Agrostis alpina* Scop.).

1. ($^8/_1$). Blatthäutchen (Bh.), Basis der Blattspreite (Spr.) und Blattscheide eines Halmblattes. 2. ($^8/_1$). Dasselbe von einem Laubtrieb. 3. ($^{30}/_1$). Querschnitt durch die zusammengefaltete Spreite eines Laubtriebblattes; die schwarzen Gewebspartien sind Hartgewebe (Sklerenchymbündel), die hellen Kreise sind Gefäßbündel. 4. ($^{30}/_1$). Dasselbe von einer offenen Halmblattspreite (die eine Hälfte abgeschnitten!). 5. ($^8/_1$). Spitze eines Halmblattes. 6. ($^8/_1$). Stück von der Achse der Blütenrispe; der Rispenast ist behaart (Unterschied von *Agrostis rupestris*), welche kahle Rispenäste hat. 7. ($^5/_1$). Ährchen im geschlossenen Zustand, vor der Blüte. 8. ($^5/_1$). Ährchen in voller Blüte; beim Aufblühen kippen die Staubbeutel vor dem Öffnen auf ihren schwachen Staubfäden über, und erst wenn sie hängen, öffnen sie sich, so daß eine Bestäubung innerhalb derselben Blüte vermieden wird. 9. ($^5/_1$). Die Blüte (ohne Staubgefäße) mit ihren 2 Spelzen. 10. ($^{10}/_1$). Die kleine rudimentäre Vorspelze, die Schüppchen (Lodiculae), welche durch ihr Anschwellen die Spelzen voneinander treiben, und der Stempel. 11. ($^{15}/_1$). Die verkümmerte nervenlose Vorspelze allein. 12. ($^{20}/_1$). Der Stempel mit den weitausgebreiteten, federförmigen, pollenfangenden Narben. 13. ($^5/_1$). Die Scheinfrucht, d. h. die spelzenumschlossene Caryopse, von der Deckspelze aus gesehen. 14. ($^5/_1$). Dasselbe von der Vorspelze aus. 15. ($^5/_1$). Die Frucht allein.
(Nach der Natur v. C. S., aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Der Alpenwindhalm (*A. alpina* Scopoli, Fig. 109) hat feinbehaarte Rispenäste (Fig. 109, 6) und 1,1—2 mm lange Staubbeutel, 4—5 mm lange Ährchen und kleine Haarbüschel am Grunde der Deckspelze, welche über die Abgangsstelle der Granne hinausragen (Fig. 109, 9). Seine Horste sind etwas lockerer als die des Felsenwindhalms und die Grundblätter meist etwas bläulich überhaucht; die Halme sind spärlicher und meist

etwas höher (12—40 cm) als bei seiner Verwandten. Die Ährchen blühen (nach Volkart) erheblich später als bei *rupestris* (bei 1800 m erst Mitte August), und sind etwas größer und intensiver gefärbt; bei einem „Albino“, der var. *aurata* Richter, fehlt das Pigment und die Ährchen sind gelblich gefärbt.

Er ist vorwiegend eine Wiesenpflanze, welche den geschlossenen Rasen liebt, besonders an humusreichen Stellen. Tonangebend tritt er besonders in den Zentralalpen auf kalkarmen Gesteinen auf; er schart sich dort oft herdenweise zusammen, so daß die feinblättrigen niedrigen Räs'chen ganze Strecken mit bläulichem Schimmer überhauchen, aus dem meist nur spärlich die braungoldenen zarten Rispen hervorleuchten. So finden wir ihn z. B. am Hang des Hühnerspiels in den Tuxeralpen am Brenner, wo bei ca. 2200 m, am Aufstieg zur Spitze von der Amthorhütte aus, am stufig gebrochenen Hang, die ebenen Flächen der Stufen graulich schimmern von Alpenstraußgras, während die steilen Abfälle von Ericetum bekleidet sind. Ein treuer Begleiter ist ihm der Alpenklee (*Trifolium alpinum*): beim Berninahospiz z. B. bei 2300 m wechseln auf den Rundhöckern zwei Bestände miteinander ab: ein *Agrostideto-Trifolietum*, in den kleinen Depressionen und ein *Curvuletum* (Bestand der Krummsegge, *Carex curvula*) auf den trocknen Erhöhungen. Auch nach oben geht die Alpenwindhalmwiese häufig in das Curvuletum über: gerade am Hühnerspiel ist bei 2300 m eine solche Zwischenstufe entwickelt, geschmückt mit *Primula minima*, *Dianthus glacialis* und *Gentiana brachyphylla.*[1]) Auch zur Borstgraswiese (*Nardus stricta*) gibt es Übergänge.

Eine prachtvolle, bürstendicht bestandene Alpenmatte, in welcher der Alpenwindhalm dominierte, fanden wir auf den berasten Alluvionen des Albignagletscherbodens im Bergell auf Gneiß bei 2000 m; neben *Agrostis alpina* war *Anthoxanthum* besonders stark vertreten, auch *Phleum alpinum*, var. *commutatum*, *Nardus stricta*, dann *Luzula sudetica*, *Carex grypus*, *Juncus trifidus* und *Crepis aurea*.

---

[1]) Die Artenliste dieser interessanten Pflanzengesellschaft (beobachtet am 9. Juli 1905) ist folgende: Dominierend: *Agrostis alpina*, in zweiter Linie *Carex curvula*. Gramineen: *Anthoxanthum odoratum*, *Poa alpina*, *Festuca Halleri*, *Avena versicolor*, *Sesleria disticha*. Cyperaceen: *Elyna Bellardi* (häufig), *Carex sempervirens*, *atrata*, *Goodenovii*, *capillaris*. Juncaceen: *Luzula spicata*, *sudetica*, *spadicea*. Compositen: *Antennaria carpathica*, *dioeca*, *Erigeron uniflorus*, *Leontodon pyrenaicus*, *Chrysanthemum alpinum*, *Hieracium alpinum*, *Homogyne alpina*. Campanulaceen: *Phyteuma hemisphaericum*, *Campanula Scheuchzeri*. Primulaceen: *Primula minima*, *glutinosa*. Übrige Familien: *Gentiana brachyphylla*, *latifolia*, *Pedicularis Oederi*, *Bartsia alpina*, *Veronica bellidioides*, *Dianthus glacialis*, *Alsine sedoides*, *Cerastium alpinum*, *Alsine Gerardi*, *Silene acaulis*, *Potentilla villosa*, *P. frigida*, *P. minima*, *Alchimilla pubescens*, *Ligusticum simplex*, *Galium asperum*, var. *anisophyllum*, *Helianthemum alpestre*, *Myosotis alpestris*, *Ranunculus montanus*, *Anemone alpina*, *Polygonum viviparum*, *Saxifraga bryoides*. Flechten: *Cetraria islandica*, *Cladonia rangiferina*, *Stereocaulon alpinum*, *Thamnolia vermicularis*.

In den Kalkalpen sind die Alpenwindhalmbestände auf die tonigen kalkärmeren Böden beschränkt: so beschreibt sie KERNER aus den nördlichen Tiroler Kalkalpen des Achentals, als mit schönblühenden Schmetterlingsblütlern gemischt (*Oxytropis montana*, *Hedysarum obscurum*, *Phaca australis* und *frigida*) und Edelweiß und Alpenaster beherbergend. Auch in den Dolomiten Südtirols findet sich *Agrostis alpina* nur auf den tonigen Böden, die aus der Verwitterung der eingesprengten Melaphyre hervorgehen.[1]) Auch auf Humuspolstern kann sie im Kalkgebirge vorkommen.

Seine Hauptregion liegt in den bayrischen Alpen zwischen 1560 und 2100 m, in Tirol zwischen 1300 und 2840 m nach v. SARNTHEIN, in den Schweizeralpen zwischen 1900 und 3000 m, also alpine und nivale Region. Maxima 3000 m am Piz Languard (BRAUN) und 3100 m am Théodulpaß, Minimum 1500 m in Niederösterreich, 900 m in Tirol (Kranebitter Klamm bei Innsbruck), 700 m am Fätschbach bei Linthtal, Kt. Glarus, dort herabgeschwemmt!, ferner im Isarkies bei Tölz in Bayern.

Der Alpenwindhalm ist wie *Phleum Michelii* ein Produkt der mittel- und südeuropäischen Gebirge von den asturischen Gebirgen und den Pyrenäen bis zu den Karpathen, Balkanländern und Apennin, gehört also zum mitteleuropäisch-alpinen Element; er fehlt im hohen Norden durchaus.

Der Felsenwindhalm (*Agrostis rupestris* Allioni, Fig. 110).

Es ist noch früh am Tage; frisch weht die alpine Morgenluft und eben blinkt ein erster Strahl des aufgehenden Tagesgestirns über die grasbewachsenen Rundhöcker beim Berninahospiz. Er bricht sich in Millionen glänzender Tautröpfchen, die an den weit ausgebreiteten haarfeinen Rispen eines zierlichen Grases hängen: es ist der Felsenwindhalm, der so als wirksamster Taufänger fungiert. Es ist ein überraschend schönes Bild, dieser diamantenflimmernde Perlschleier über dem niederen Rasen. Dichtgedrängt stehen die üppigen Büschel feinster Haarblätter, viel dichter als beim Alpenwindhalm; und auf jedem Horste drängen sich Dutzende von spannenhohen Halmen mit weitspreizenden Rispen. Er unterscheidet sich vom Alpenwindhalm durch die dichteren Horste, die meist niedrigeren (immerhin im Maximum bis 30 cm hohen) und viel zahlreicheren Halme, die ganz glatten und kahlen Rispenäste

---

[1]) Dagegen scheint die größere und heller gefärbte Rasse *A. Schleicheri* Jordan und Verlot den Kalk und zwar auf Schutt und Fels vorzuziehen: Sie findet sich in den westlichen Alpen, in der Schweiz auf den Kalkbergen der Morteyskette im Kt. Freiburg, auf den Mythen, im Heutal des Berninagebiets, im Tessin, ferner in Oberbayern und Tirol (Fedajapaß); auch im französischen und deutschen Jura und in den Pyrenäen.

A. Ganze Pflanze in Naturgröße, a. noch zusammengezogene Rispen, b. im Beginn des Ausbreitens, c. voll aufgeblüht, d. Fruchtrispenrest vom letzten Jahr. 1. ($^8/_1$). Blattscheide, Basis der Spreite und Blatthäutchen eines Halmblattes. 2. ($^8/_1$). Dasselbe von einem Laubtriebblatt. 3. ($^{80}/_1$). Querschnitt durch d. Halmblattspreite. 4. ($^{80}/_1$). Dasselbe durch die Laubtriebspreite. 5. ($^8/_1$). Stück des Achsengerüstes der Blütenrispe. Die Rispenäste sind **kahl** (Unterschied v. *Agrostis alpina*, Fig. 108,$_6$). 6. ($^5/_1$). Blühendes Ährchen; die Antheren fallen nachher herab und öffnen sich meist erst in hängender Lage, so daß Selbstbestäubung vermieden wird. 7. ($^5/_1$). Blüte (ohne Staubgefäße) mit den beiden Spelzen. 8. ($^{30}/_1$). Stempel, Vorspelze und Schüppchen, d. h. es ist von den 2 Schüppchen nur das vordere zu sehen; am Grunde stark angeschwollen, um die Spelzen zu öffnen. (Nach der Natur von C. S., aus St. und Schr., Alpenfutterpfl.)

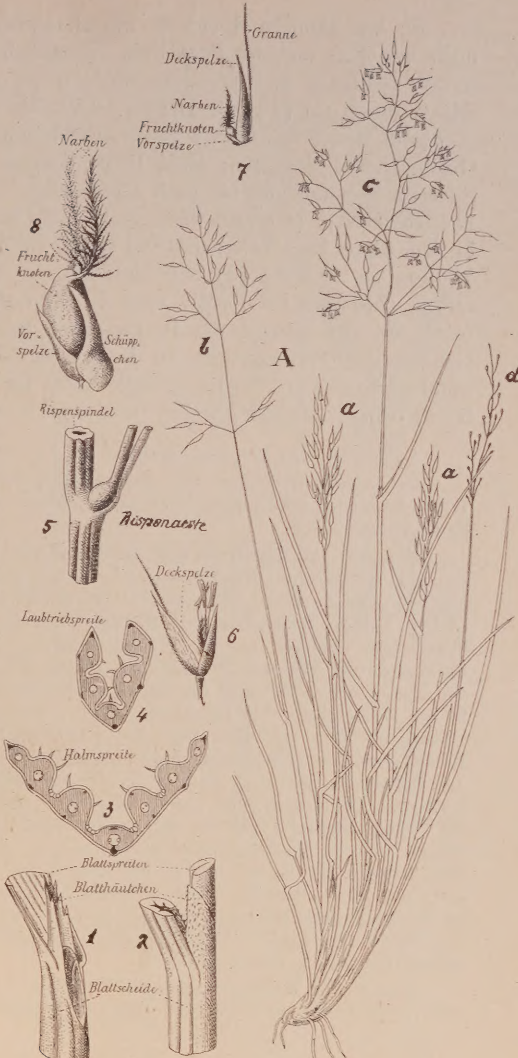


Fig. 110.
Der Felsenwindhalm (*Agrostis rupestris* Allioni).

(Fig. 110, 5), die kürzeren, die Abgangsstelle der Granne nicht erreichenden Haarbüschel am Grund der Deckspelzen (Fig. 110, 7) und die kleineren Antheren (0,75—1 mm lang).

Er hat ähnliche Standorte wie *A. alpina*, bevorzugt aber etwas mehr den Fels und den Felsschutt, namentlich auf Urgebirge, ist auch weiter verbreitet und anpassungsfähiger: so geht er am Rande der Alpenstraßen; wo er große Büsche bildet, bis weit herab. Er hat wie *A. alpina* den Schwerpunkt seiner Verbreitung im mitteleuropäischen Gebirgssystem (Pyrenäen, Mont D'Or, gesamte Alpenkette, Karpathen, Sudeten, Balkanländer bis nach Mazedonien, Apennin und Korsika; im Norden fehlt er (entgegen der Angabe von Christ). Seine Hauptregion in den Alpen liegt zwischen 1800 und 2500 m (in Niederösterreich von 1500 m an, in Tirol von 850—2840 m), er steigt aber einerseits bis 500 m (Eislöcher bei Bozen, nach v. Sarnthein) herab, andererseits wurde er von Braun am P. Languard bei 3250 m und von den Gebr. Schlagintweit noch an der Vincenthütte am Monte Rosa bei 3600 m konstatiert. Seine einzige Abart ist der „Albino" mit grünlichen oder gelblichen Ährchen (var. *straminea* Schur).

Anhang zu den Windhalmarten:

Neben den erwähnten zwei echt alpinen Arten finden sich auf alpinen Wiesenbeständen häufig noch zwei andere, welche aus der Ebene bis über die Baumgrenze steigen.

Der gemeine Windhalm oder das Straußgras (*Agrostis vulgaris* Withering, Fig. 111) mit gerollter Knospenlage (Fig. 111, 4) und flachen Laubtriebspreiten, (dadurch von *A. alpina* und *rupestris* verschieden), mit unterirdischen Kriechtrieben, kurzem, quer gestutztem Blatthäutchen (Fig. 111, 1) und ausgebreiteter Fruchtrispe (dadurch von *A. alba* verschieden). Es ist ein weitverbreiteter Bestandteil des Waldgebietes Europas, Asiens (Kauk., Sib.) und Nordamerikas, der in den Alpen bis über die Baumgrenze aufsteigt (2450 m Wallis, 1972 m in der Solsteinkette bei Innsbruck, nach v. Sarnthein), und auf den fetten Mähewiesen der montanen und der Koniferenregion oft in ausgedehnten Massen dominiert („Straußgraswiese)",[1]) vergesellschaftet mit *Trisetum flavescens* und *Cynosurus cristatus* und einem reichen bunten Blumenschmuck. Die herrlichen üppigen Wiesen unserer Alpentäler gehören bis hoch hinauf (800 bis 1700 m) diesem Typus an. So im Urserental 1450 m (47 % *Agr. vulg.*), bei Wasen an der Gotthardstraße 800 m (80 %), auf den Maiensäßwiesen am Mte. Tamaro, Kt. Tessin, 1000 m, auf einer fetten Wiese in Arosa bei 1940 m, auf einer ebensolchen bei Zmutt oberhalb Zermatt bei 2130 m. Hauptbegleiter ist der Schlangenknöterich (*Polygonum bistorta*), der die Wiesen rot färbt, ferner der Waldstorchschnabel (*Geranium silvaticum*) und die rautenblättrige Glockenblume (*Campanula rhomboidalis*).[2])

Der weiße Windhalm oder das Fioringras (*Agrostis alba* L., Fig. 112) ist eine sehr weit verbreitete, auf den verschiedensten Standorten auftretende,

---

[1]) Siehe Stebler u. Schröter, Wiesentypen der Schweiz S. 192—202.

[2]) Weitere häufige Begleiter der Straußgraswiese bis über die Baumgrenze sind *Centaurea plumosa*, *Crepis blattarioides*, *Phyteuma Halleri*, *Chaerophyllum Villarsi*, *Peucedanum ostruthium*, *Pimpinella magna*, var. *rubra*, *Heracleum sphondylium*, *Carum carvi*, *Chrysanthemum vulgare* (bis 2600 m, Braun), *Achillea millefolium*, *Silene venosa*, *Melandrium diurnum*, *Colchicum autumnale*.

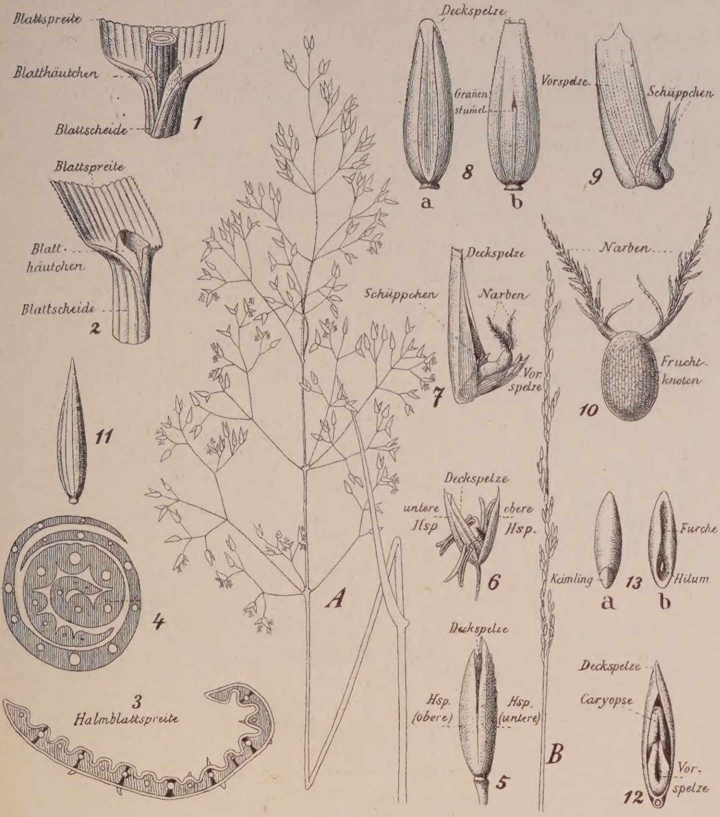


Fig. 111.

Der gemeine Windhalm („Straußgras").
(*Agrostis vulgaris* Withering.)

A. ($^1/_1$). Blühende, ausgebreitete Rispe; so ausgebreitet bleibt auch die Fruchtrispe! B. ($^1/_1$). Rispe vor dem Aufblühen, noch zusammengezogen. 1. ($^4/_1$). Mittelstück eines Halmblattes, mit dem kurzen, gestutzten Blatthäutchen. 2. ($^4/_1$). Dasselbe von einem Laubtrieb. 3. ($^{25}/_1$). Querschnitt durch die Halmblattspreite. 4. ($^{25}/_1$). Querschnitt durch junge Laubtriebblätter, noch in der gerollten Knospenlage. 5. ($^{10}/_1$). Ährchen vor der Blüte. 6. ($^5/_1$). Ährchen in voller Blüte; die Staubbeutel streuen ihren Pollen schon vor der Streckung der Staubfäden aus, so daß derselbe meist auf die Narbe derselben Blüte fällt (Selbstbestäubung!). 7. ($^{10}/_1$). Das zarte Spelzenpaar mit der Blüte (Staubgefäße entfernt!). 8. ($^{10}/_1$). Die Deckspelze von innen (a), von außen (b). 9. ($^{20}/_1$). Die Vorspelze, ein zartes, nervenloses, durchsichtiges Häutchen, und die 2 Schüppchen (Lodiculae). 10. ($^{25}/_1$). Der Stempel mit den spreizenden, federförmigen Narben. 11. ($^{10}/_1$). Die Scheinfrucht, d. h. die von Vor- und Deckspelze umgebene echte Frucht, von der Deckspelze aus. 12. ($^{10}/_1$). Dasselbe von der Vorspelze aus. 13. ($^{10}/_1$). Die Caryopse (echte Frucht), a. vom Rücken, b. von der Bauchseite aus. (Nach der Natur, A—B von L. S., 1—13 von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

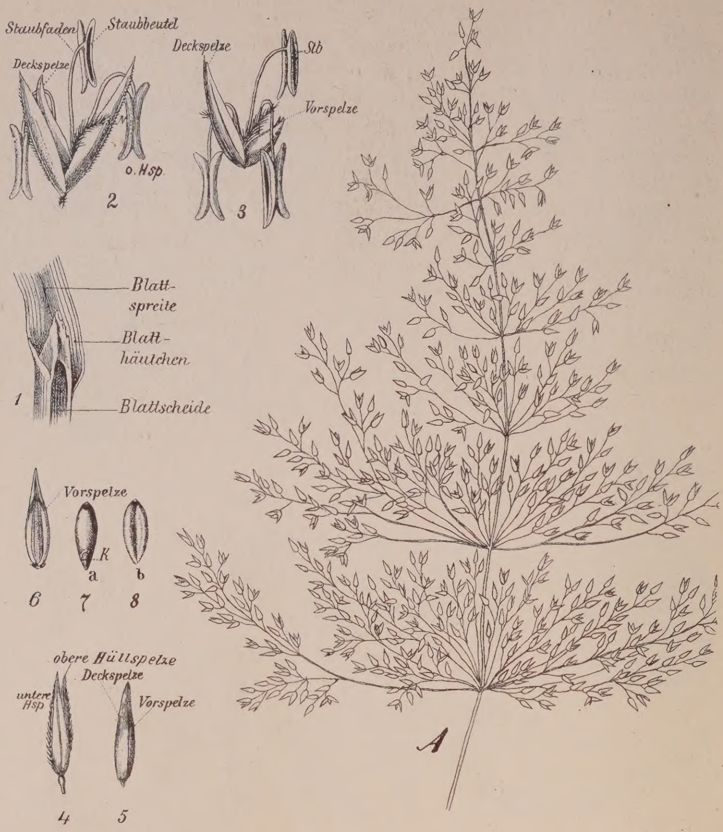


Fig. 112.

Das Fioringras oder der weiße Windhalm.
(*Agrostis alba* L.)

A. ($^{1}/_{1}$). Rispe zur Blütezeit, ausgebreitet; die Fruchtrispe ist zusammengezogen! (Unterschied von *A. vulgaris*!) 1. ($^{4}/_{1}$). Blatthäutchen. 2. ($^{10}/_{1}$). Blühendes Ährchen. 3. ($^{10}/_{1}$). Blüte mit Deck- und Vorspelze. 4. ($^{8}/_{1}$). Fruchtährchen (mit den Hüllspelzen). 5. ($^{8}/_{1}$). Scheinfrucht (bespelzte Caryopse) von der Seite. 6. ($^{8}/_{1}$). Dieselbe von vorn. 7 u. 8. ($^{8}/_{1}$) DieCaryopse allein. (Nach der Natur von L. u. C. S.; aus St. u. Schr., Beste Futterpfl. I, 3. Aufl.)

äußerst anpassungsfähige und gleichzeitig[1]) sehr vielgestaltige Art. Sie ist durch unter- oder oberirdische Ausläufer, langes Blatthäutchen (Fig. 112, 1), einblütige winzige Ährchen (Fig. 112, 2) in feiner Rispe charakterisiert, welche

[1]) Sehr anpassungsfähige Arten brauchen deshalb nicht vielgestaltig zu sein. Ich erinnere nur an den Allerweltsbürger *Anthoxanthum odoratum*, der nur unbedeutende Abweichungen zeigt.

vor und nach der Blütezeit zusammengezogen, während derselben ausgebreitet ist. Nach Beobachtungen von Volkart legen sich beim Zusammenziehen der Fruchtrispe nur die Äste zweiter und höherer Ordnung an diejenige erster Ordnung an. Die alpine Form (var. *patula* Gaudin) hat eine schmälere und stark kolorierte Rispe, sie steigt auf Weiden und Mähewiesen, auf Geröll und Viehplätzen in Tirol bis 1900 m bei Sexten, nach v. Sarnthein, in Graubünden bis 2630 m (Piz Forun am Albula, Braun), in Wallis und in den St. Galler Alpen scheint sie die Baumgrenze nicht zu überschreiten.

§§§ 3. Die Hafergräser (*Avena*, resp. *Avenastrum*).

Das bunte Hafergras (*Avena versicolor* Villars, Fig. 113). Eine „Grasblume" möchte man diese Pflanze nennen, so auffallend sind ihre

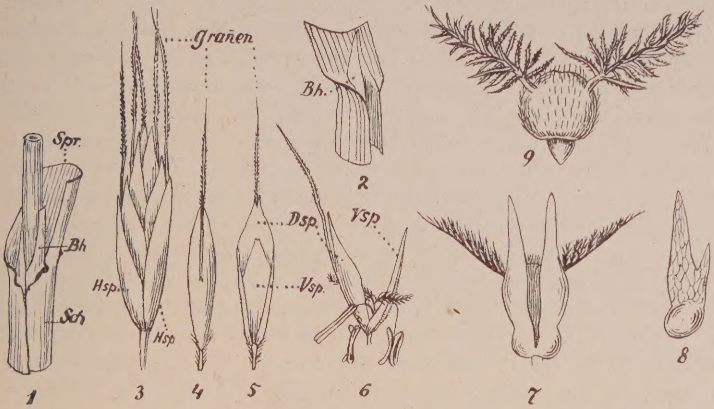


Fig. 113.

Der Bunthafer.
(*Avena versicolor* Villars = *Scheuchzeri* Allioni.)

1. ($^3/_1$). Blatthäutchen (Bh.), Spreitenbasis (Spr.) und Scheidenmündung (Sch.) eines Halmblattes. 2. Dasselbe von einem Laubtriebblatt. 3. ($^4/_1$). Ganzes 5blütiges Ährchen vor der Blüte. Die Hüllspelzen (Hsp.) unbegrannt, die Deckspelzen mit rückenständigen Grannen. 4. ($^4/_1$). Deckspelze vom Rücken gesehen; unterer Teil der Granne glatt, oberer mit aufwärts gerichteten Bürstchen versehen. 5. ($^4/_1$). Das Spelzenpaar von der Vorspelze aus gesehen. Beide dünnhäutige Spelzen bleiben mit der Frucht in Verbindung und figurieren als Verbreitungsmittel. 6. ($^4/_1$). Spelzenpaar mit der Blüte aus einem blühenden Ährchen. Die Staubbeutel kippen auf den feinen Staubfäden sehr bald nach unten und stäuben erst in dieser Lage, so daß eine Selbstbestäubung der darüber befindlichen Narben derselben Blüte ausgeschlossen ist. 7. ($^{20}/_1$). Die 2 Schüppchen („Lodiculae") und der Stempel mit den 2 federförm. Narben. 8. ($^{20}/_1$). Ein Schüppchen. 9. ($^{20}/_1$). Stempel. (Nach der Natur v. C. S.)

breiten, dunkelgefärbten Rispen, die auf schlanken niederen Halmen schaukeln! Die Ährchen (Fig. 113, 3) stehen senkrecht von der Spindel ab, sind über 1 cm lang, die Hüllspelzen violett mit grünem Mittelstreif und goldbronziertem glänzendem Hautrande, die Deckspelzen ebenfalls aus violett und braungelb gescheckt. Wenn der Glanz der Alpensonne während des kurzen Traumes der vollen Blüte durch die weitgeöffneten Hochblätter spielt, die zierlichen Narbenpinsel sich ausbreiten (Fig. 113, 9)

und die roten Staubbeutel auf schlanken Fäden schaukeln (Fig. 113, 6), ist dieser Vertreter der sonst so unscheinbaren Gräser ein Bild vollendeter Anmut! Nicht als Schauapparat und Signal für honigsuchende, pollenübertragende Insekten dient hier die Farbenpracht, denn es ist der Wind, der den stäubenden Pollen auf die Narben bläst; es ist eine Wirkung des intensiven Alpenlichtes, zweckmäßig vielleicht durch die stärkere Wärmeabsorption, welche die Ernährungs- und Transpirationsverhältnisse günstig beeinflußt.

Der Bunthafer ist eine ausgesprochen „humicole" Pflanze. Er meidet den Fels, den rohen Schutt und Grus, und besiedelt nur den humusreichen Boden alter Grasnarben und alpiner „Trockentorfbildungen" auf Ericaceenpolstern. Er ist ein treuer Begleiter der Krummsegge (*Carex curvula*) und der zweizeiligen Seslerie (*Sesleria disticha*), und wird in ihren Beständen manchmal herrschend; auch auf den ausgedehnten Weidetriften der Milchkrautweide wie der *Nardus*wiese schmückt er die besonders trockenen bis mageren Stellen; auf der Horstseggenhalde (Wildheuplanken mit dominierender *Carex sempervirens*) streckt er im üppigen Rasen seine Halme bis zu 60 cm Höhe. Die Gebüsche der Ericaceen vom „*Rhodoretum*" und *Callunetum* bis zum Azaleenteppich, wie die alpinen Hochmoorpolster aus Torfmoos sucht er des Humusreichtums wegen auf. In Kalkgebiet ist er im ganzen seltener und auf Humusanhäufungen beschränkt. Seine bevorzugte Höhenregion reicht von 1800 bis 2800 (bayrische Alpen 1740—2280 m, Tirol 1600—2840 m, nach v. Sarnthein), im Maximum bis 3000 m auf dem Pic d'Arzinol im Wallis, 3250 am P. Languard (Braun); er ist eine typisch alpine Pflanze, die nur wenig unter die Baumgrenze geht (1400 m, bei Andermatt) und erheblich über die Schneegrenze steigt. Abarten bildet er gar keine. Er blüht mittelfrüh (bei 1800 m Mitte Juli bis Anfang August).

Der Bunthafer zeigt drei getrennte Verbreitungsbezirke: 1. Den Alpenzug im weitesten Sinne, von den Pyrenäen bis Montenegro, inklusive Karpathen und Apennin, 2. Kaukasus und 3. Altai. Er gehört mit 19 anderen Arten zum „altaischen" Element der Alpenflora, das in den Alpen und im Altai vorhanden ist, in der Arktis aber fehlt. In welcher Richtung die Wanderung erfolgt ist, von den Alpen über den Kaukasus zum Altai oder umgekehrt, kann nur eine monographische Studie der verwandten Formen entscheiden. Immerhin spricht die reiche Entfaltung der *Avenastrum*-Gruppe im Alpenzug für diesen als Ausgangspunkt.

Neben dem allgemein verbreiteten Bunthafer treten mehr zerstreut in der Alpenflora noch eine Anzahl anderer Hafergräser auf, welche zu den stattlichsten Erscheinungen der alpinen Grasflora gehören. Folgende kleine Tabelle gibt nach Ascherson und Graebner eine Übersicht über die sämtlichen Hafergrasarten der Alpen (von manchen Autoren werden dieselben zu einer besonderen Gattung *Avenastrum* vereinigt, ausgezeichnet durch aufrechte, über

1 cm große, mehrblütige Ährchen mit rückenständigen gedrehten und geknieten Grannen, und durch ausdauernde Horste).

A. Grannen im unteren gedrehten Teil nicht stark zusammengedrückt, deshalb gegen das Licht gehalten, überall annähernd gleichdick erscheinend („seilförmig“ gedreht).

1. Blatthäutchen verlängert.

a) Stielchen der obersten fehlschlagenden Blüte (wie der übrige Teil der Ährchenachse) mit langen Haaren besetzt.

Avena pubescens Huds. Weichhaariger Hafer, mit behaarter Blattscheide; steigt in seiner Abart *alpina* Gaud. (= *glabrescens* Rchb.) mit fast oder völlig kahlen Blattscheiden bis hoch in die Alpen [2227 m Riffelalp, 2400 m im Heutal, Bernina (Rübel u. Braun)], auf Wildheuplanken, sonnigen Magermatten 60—90 cm hohe Halme bildend. Zu dieser Species gehören als Unterarten:

subspec. *amethystina* Clarion (= *Avenastrum sesquitertium* Fritsch, Exkursionsflora von Österreich), Ährchen meist nur 2blütig; beide Hüllspelzen 3nervig (bei *pubescens* die untere 1nervig), die obere länger als die Ährchen (bei *pubescens* kürzer!), Mt. Ventoux, Mte. Viso, Mt. Cenis, Allgäu, Tirol, Kärnten, Venetien; in der Schweiz wohl noch aufzufinden!

subspec. *laevigata* Schur. Blätter bis 8 mm breit, mittlere und obere mit Ausnahme der Scheidenmündung kahl; Ährchen etwa 2,5 cm lang, meist 3blütig, die obere erheblich länger als die Blüten. — Val Piora bei Airolo auf der Cima di Camoghe, ca. 2300 m, Siebenbürgen.

Avena Parlatorei Woods. Dicht rasenbildend, Halme bis 1 m hoch, Blätter meist borstlich zusammengefaltet, oberseits stark rauh; untere Hüllspelze 3—5nervig. Die unteren Rispenäste nur 3—4, die stärksten bis 8 Ährchen tragend. — Auf Alpweiden, an felsigen Abhängen, zwischen Geröll, besonders auf Kalk; stellenweise durch die Alpenkette von den Seealpen bis Niederösterreich und Krain, auch in den bayrischen Alpen; in der Schweiz bisher nicht gefunden.

b) Stielchen der obersten fehlschlagenden, meist sehr kleinen Blüten sehr spärlich behaart oder ganz kahl.

Avena setacea Villars. Dichte Rasen bildend aus borstlich feinen Blättern. — Kalkfelsen der subalpinen und alpinen Region der Westalpen vom Mt. Ventoux in den Seealpen bis zum Dep. de l'Isère bei Grenoble.

2. Blatthäutchen kurz.

Avena montana Villars. Rispe schmal, die kräftigsten Äste nur mit 2—3 Ährchen, letztere meist 2grannig; Hüllspelze bis 9 mm lang. Westalpen von Mt. Ventoux bis Mt. Cenis.

Avena sempervirens Villars. Rispe breiter, die kräftigsten Äste meist 4—8 (bis 10) Ährchen tragend; letztere meist nur 1grannig; Hüllspelze bis 14 mm lang. — Westalpen.

B. Grannen im unteren gedrehten Teil stark zusammengedrückt, daher gegen das Licht gehalten an den Windungen abwechselnd dünn und dick erscheinend („bandförmig“ gedreht).

a) Granne deutlich über der Mitte der Deckspelze abgehend. Blätter glatt oder nur am Rande rauh.

Avena versicolor Villars (siehe oben).

b) Granne meist in oder etwas unter, seltener über die Mitte der Deckspelze abgehend.

Avena alpina Smith. Stengel und Blattscheiden glatt, Spreiten oberseits stark rauh, Ährchen bis 6blütig. — Montane bis Krummholzregion Tirol, Venetien, Kärnten, Montenegro.

Avena planiculmis Schrad. Dichtrasig; Halm, Scheide und Spreiten sehr rauh, letztere bis 1,4 cm breit; Halm über 1 m hoch; Laubsprosse zwei schneidig zusammengedrückt. — Ostalpen, Steiermark, Krain und Kärnten (?).

§§§ 4. **Die Seslerien** (*Sesleria*).

Das Blaugras (*Sesleria coerulea* L., Fig. 114).

Wer in den Kalkalpen klettert, ist an steilen Felshängen oft froh über die derben festen Horste eines Grases, welches für Fuß und Hand willkommene sichere Tritte und Griffe bietet. Das ist das Blaugras eine der verbreitetsten und wichtigsten Gramineen der Kalkalpen.

Es ist ein ausgesprochener Xerophyt: in dichten, fest zusammengepackten Bündeln bilden die umscheideten Triebe (Fig. 114) mächtige wasserspeichernde Horste, deren feuchtigkeitshaltende Wirkung verstärkt wird durch eine wohlausgebildete „Strohtunika". Damit bezeichnete Hackel[1]) die bei vielen Gräsern trockener Standorte vorkommende Einrichtung, daß die alten verwitterten Blattscheiden am Halmgrunde lang erhalten bleiben, ein dichtes Paket aus vielen übereinanderliegenden Häuten bildend; in den kapillaren Zwischenräumen fängt und hält sich das Wasser, sie bilden also förmliche Wasserspeicher. Die Blattspreite zeigt die für Steppengräser charakteristische Zusammenlegbarkeit; bei feuchter Witterung ist sie flach ausgebreitet, bei trockener faltet sie sich der Länge nach zusammen (Fig. 115). Es wird so die Verdunstung durch 4 Ursachen herabgesetzt: erstens befinden sich die verdunstungsvermittelnden Spaltöffnungen nur auf der Oberseite des Blattes und werden also durch das Zusammenfalten in einer geschlossenen windstillen Rinne geborgen, die nur durch eine schmale Spalte mit der Außenwelt in Verbindung steht; zweitens wird die direkt mit der Außenluft in Kontakt stehende verdunstende Oberfläche auf die Hälfte herabgesetzt, drittens ist die jetzt allein nach außen gerichtete Unterseite des Blattes spaltöffnungsfrei und mit einer dicken Cuticula überzogen und viertens wirft diese glänzende Unterseite die Sonnenstrahlen stärker zurück, als die mattere Oberseite; das Blatt wird also auch schwächer erwärmt.

Die steifen Halme tragen am Ende eine zylindrische oder beinah kugelförmige Ährenrispe, deren Spelzen mehr weniger stahlblau überlaufen sind (Fig. 114);[2]) besonders an hochalpinen Standorten, so z. B. am

---

[1]) Hackel, E. Über einige Eigentümlichkeiten der Gräser trockener Klimate. — Verhandl. d. zool. bot. Ges. in Wien 1890.

[2]) Die blaue Farbe greift sogar manchmal auf die Spitzen der Antheren über (so bei Exemplaren von der Lägern im Kt. Zürich, nach Rikli). In seltenen Fällen wird die Ährenrispe verlängert-unterbrochen, so z. B. bei Exemplaren von der „Nase" bei Vitznau (Fig. 114, B); eine ganz seltene Abnormität zeigt tief unten am Halme entspringend, auf 6 cm langem zartem Stiel ein einziges von der Endscheinähre weit abgerücktes Ährchen (lusus *remota* Schröt.), an der Axenstraße zwischen Brunnen und Flüelen, leg. Dr. J. Dufour †).

Fig. 114.

Das Blaugras.
(*Sesleria coerulea* [L.] Arduino var. *calcarea* Celak.)

A. (1/1). Ein Trieb aus einem Horst; am Grunde die aus den bleibenden Scheiden gebildete Hülle um den Trieb, die „Strohtunika". Die Ährenrispe zeigt die normale, länglich-ovale, kompakte Form. B. (1/2). Ein Teil eines Horstes eines Exemplars mit am Grunde unterbrochener, verlängerter Ährenrispe und stark verlängerter kriechender Grundachse. (Die var. *Ratzeburgii* A. u. G. mit ebenfalls verlängerter Ährenrispe hat längere Stengelblätter und blüht im September, während obiges Exemplar am 5. April (an der Nase bei Vitznau am Vierwaldstättersee) gesammelt wurde). C. Ein blühendes Ährchen (nach NEES). A. u. B. nach der Natur von L. u. C. S.

Piz Alv am Berninapaß bei 2900 m, schimmern sie schön im dunkeln Metallglanz. Der nicht gerade häufige Albino (var. *albicans* Waldstein und Kitaibel, als Art) ist durch schöne strohgelbe Ährenrispen ausgezeichnet (Fürstenalp, Cresta-Avers, beim Steingletscher am Sustenpaß, Axenstraße).

Das Blaugras ist ein Frühlingsbote unter den Gräsern, neben dem Ruchgras das erste: in Zürich blüht es schon Ende März, auf der

Fig. 115.
Querschnitt durch die Blattspreite des Blaugrases.
(*Sesleria coerulea* L.)

A Im offenen ausgebreiteten Zustand, bei feuchtem Wetter. B. Im zusammengefalteten Zustand, bei trockenem Wetter. (Nach Kerner, Pflanzenleben I.)

Fürstenalp bei 1800 m Mitte Juni; an einem seiner höchsten Standorte, am Piz Alv fand ich es am 5. August bei 2900 m gerade im Aufblühen: so bezeichnet es das Aufwärtswandern des Alpenfrühlings. Gar nicht selten sind die Ährchen vom Mutterkorn befallen: zwischen den Spelzen ragt ein schwarzes gekrümmtes Hartgebilde heraus, das Dauerstadium eines Pilzes (*Claviceps purpurea* Tul. oder *Claviceps microcephala* Tul.).

Das Blaugras wächst gesellig, ist ein sozialer Rasenbildner par excellence und dominiert auf einem Bestand des Typus, den man als

„Blaugrashalde“ oder als „Seslerietum“ bezeichnet hat. Er überzieht steile, locker beraste Hänge auf kalkreichem Boden im Mittel- und Hochgebirge, von ca. 400—2600 m: die Steilhänge an den Ufern der präalpinen Seen, die sonnigen Heuberge, Grasbänder und Wildheuplanken, wie die Felswände tief eingerissener feuchten Schluchten (Via mala!) und der Boden lichter Buchen-, Schwarzföhren-, Rotföhren- und Fichtenwälder des Kalkgebirges sind begrünt von den Horsten des Blaugrases. Es ist also keine absolute Sonnenpflanze, nicht „lichtfordernd,[1]) sondern kann sich an den Schatten lichter Wälder anpassen. Die Blaugrashalde ist ein an Seltenheiten reicher Typus; zahlreiche Leguminosen und Orchideen schmücken ihn und das Edelweiß hat hier seine bevorzugten Standorte.

Die *Sesleria* ist eine ausgesprochene Rohbodenpflanze, einer der wichtigsten Pioniere der Vegetation, der mit einem Minimum von Humus vorlieb nimmt. An steilen Felswänden besiedelt sie jede vorragende Leiste, jedes Bändchen; auf Schutthalden aus feinerem Grus verankert sie mit weitausgedehntem zähem Wurzelwerk ihre mächtigen schuttverlandenden Rasen, welche ebensoviele Gefällsunterbrüche und Rasenansatzpunkte bilden. Durch den Druck des beweglichen Schuttes werden sie oft fächerförmig ausgebreitet und abwärtsgedrückt; hinter ihnen staut sich das Geriesel und so entsteht eine förmliche „Sesleriatreppe“. Schaut man am Hang hinauf, so erscheint er grün, weil man von unten die Grasrasen sieht, welche die vertikalen Stufenwände bilden; schaut man von oben herab, so erscheint der Hang aus lauter Schuttstreifen mit schmalem grünem Saum zu bestehen.

An ebenen Stellen des Hanges mit geschlossener Rasendecke und humusreicherem Boden tritt die *Sesleria* zurück vor der Konkurrenz der typischen Rasenpflanzen; sie will wilde, steile Hänge. Den Dünger fürchtet sie und verschwindet auf fettem Boden völlig. Merkwürdigerweise aber kommt sie in einer differenten Rasse, welche im Norden Europas allein die Art zu vertreten scheint, in Sumpfbeständen vor: es ist das die var. *uliginosa* Celakovsky. Sie wächst nicht in dichtgedrängten Horsten, sondern in ausgebreiteten, durch Absterben der alten Teile im Zentrum zuletzt ringförmig werdenden Rasen. Die Blattspreiten sind nach oben umgerollt, mit schwächerem Rand- und Mittelnerv versehen und oberseits bläulichweiß bereift (was übrigens auch bei

[1]) Siehe Stebler u. Volkart, Der Einfluß der Beschattung auf den Rasen. — Landw. Jahrbuch d. Schweiz 1904. In dieser vortrefflichen Untersuchung ist für eine große Zahl von Wiesenpflanzen das Lichtbedürfnis und das Vorkommen oder Fehlen der *Mykorrhiza* angegeben. Die im folgenden enthaltenen Angaben darüber entstammen meist dieser Arbeit. Die Autoren stellen für das Lichtbedürfnis folgende Skala auf: Lichtfordernd, lichtliebend, indifferent, lichtmeidend, lichtfürchtend.

calcarea zutrifft); die Ährenrispe ist kürzer, kopfig, länglich-eiförmig bis kugelig. So findet sie sich z. B. auf alpinen Flachmooren, zwischen *Trichophorum caespitosum* und *Carex Goodenoughii* auf den Schanfigger-heubergen bei ca. 1900 m, und am Eingang ins Heutal (Bernina) bei ca. 2000 m; in den österreichischen Alpen scheint sie häufiger zu sein. Auf einem kleinen Flachmoor am Weg von der Porta Vescova nach Pieve im Buchensteinertal fanden wir die Pflanze häufig; es schien uns dort, als ob sie am Rande des Moores allmählich in die Form des trockenen Bodens überginge; die Ausbreitung des Horstes zu lauter „pseudorepenten" ausgebreiteten Trieben wäre dann als Folge des Eindringens der begleitenden Moorpflanzen in den Horst aufzufassen. Ganz analoge, bis 7 cm lange Kriechtriebe bildet auch die Pflanze des Kalkschuttes. Die definitive Entscheidung, ob eine konstante Rasse oder nur eine Standortsform vorliegt, kann nur durch Kulturversuche geliefert werden.

Dieses Auftreten einer anderwärts als Xerophyt sich geberdenten Pflanze im Sumpf findet sein Analogon im Vorkommen von *Nardus stricta*, *Carex firma* und *capillaris* in alpinen Flachmooren. Die xerophytischen Allüren typischer „Hygrophilen", d. h. feuchtigkeitliebender Gewächse, die neben *Sesleria* im Sumpf sich finden, scheinen oft „pseudoxerophytisch" zu sein. Das gilt z. B. für die Binsengewächse und Schachtelhalme (*Juncaceen* und *Equiseten*), die mit ihren zylindrischen Assimilationsorganen an Trockenheit angepaßt scheinen. Stahl (Der Sinn der Mycorrhizenbildung, Pringheims Jahrbücher Band XXXIV 1900) weist darauf hin, daß diese Gewächse sehr rasch welken, wenn man sie abschneidet und ins Wasser stellt, daß sie ferner ein sehr reich entwickeltes Wurzelsystem haben und an den Blättern aktiv Wasser ausscheiden: lauter Momente, die für eine kräftige Wasserdurchströmung sprechen. — Ob die bald fehlende, bald vorkommende Wurzelverpilzung der *Sesleria* mit dem Felsen- oder Sumpfstandort parallel geht, bleibt noch zu untersuchen.

Das Blaugras ist eine der kalkstetesten Pflanzen unserer Flora, zur Beurteilung des Bodens auf seinen Kalkreichtum vorzüglich geeignet. Sie fehlt dem Urgebirge auf weiten Strecken, tritt aber dann mit einem Schlage massenhaft auf, wenn ein Kalkband durchzieht. In der Rofna, z. B. oberhalb Andeer, einer Schlucht im Gneiß, fehlt sie durchaus; in der Viamala dagegen, auf den kalkreichen Bündnerschiefern, tritt sie auf allen Felsabsätzen auf. Im Kt. Tessin fehlt sie auf der dort so verbreiteten Gneißunterlage völlig, tritt aber z. B. im Maggiatal bei Fusio und am Campolungopaß auf den dortigen Kalkbändern massenhaft auf. Auf dem Porphyr des Salvatore bei Lugano fehlt sie, bildet aber auf dem Dolomitkegel ausgedehnte Bestände. Im hercynischen Gebiet bewohnt sie den Muschelkalk des Harzes, die Dolomite des Ills und

Süntels (unweit Hameln) im Weserlande und die trockenen Zechsteingipse bei Auleben im Kyffhäusergebiet; auf dem Basalt fehlt sie.

Das Blaugras ist also in seiner fels- und schuttbewohnenden Form (*Sesleria coerulea* var. *calcarea* Celakovsky) ein Kalkzeiger, Magerkeits- und Trockenheitszeiger par excellence. Der Alpwirtschaft dient es vorzugsweise als Bestandteil des Mähder- und Wildheus, und als Schaf- und Ziegenweide.

Das Blaugras ist keine typische Alpenpflanze; sie ist, wie *Erica carnea*, der sie sich häufig anschließt, vielmehr als präalpin-alpin zu bezeichnen. Im deutschen Mittelgebirge, und in den Kalkvoralpen, nördlichen wie südlichen, ist sie in der montanen wie subalpinen Region ebenso häufig wie über der Baumgrenze. In der Schweiz erstreckt sich ihr Gebiet vom Spiegel des Luganersees bei 270 m (auf den Kalken von Gandria und S. Martino) bis wenig unter den Gipfel des Piz Alv im Berninagebiet bei 2900 m (mittlere Schneegrenze im Berninagebiet bei 2960 m); in Tirol geht sie vom Spiegel des Gardasees bis 2751 m (auf dem Hühnerspiel am Brenner, nach v. Sarnthein); bestandbildend tritt sie von der unteren Grenze bis etwa 2600 m auf. Die Schneeregion berührt sie kaum.

In ihrer Gesamtverbreitung ist *Sesleria* mitteleuropäisch: Spanien Pyrenäen, Frankreich, Belgien, England, Island, Schweden (ausgenommen Lappland), Deutschland (mit Nordgrenze auf den hercynischen Kalkschotterbänken und im Kreis Memel; bricht an der Saalelinie mit der Triasformation ab und fehlt völlig in Sachsen und Schlesien [Drude], tritt in Baden und Württemberg fast nur im Jura auf, wo sie Fels und Geröll, z. B. der schwäbischen Alb, schmückt); Alpen vom Mt. Ventoux bis zum Wiener Schneeberg, nördliches und mittleres Italien, Karpathen, Siebenbürgen, Balkanländer, Griechenland und südliches und mittleres Rußland. Sie fehlt dem arktischen Gebiet durchaus, ist ein Produkt der Alpenländer.

An *Sesleria coerulea* schließen sich zwei äußerst zierliche Arten der Süd- und Ostalpen an.

Die kleinköpfige Seslerie (*S. ovata* Kerner = *microcephala* Lamarck Fig. 116), ein niedliches rasenbildendes Gräs'chen mit feinen Blättern und dünnem, kaum spannenhohem Halm, der ein von zahlreichen Grannen etwas stachliges grauliches Ährchenköpfchen trägt. Sie ist auf die mittleren und östlichen Alpen beschränkt, wo sie in feuchten Felsenspalten und im feuchten Schutt etwa zwischen 2200—2830 m auftritt (Tirol auf dem Kirchdach in Stubai nach v. Sarnthein, ferner z. B. auf Schuttfluren am Westhang des Hühnerspiels bei 2500 m, auf kalkarmem Phyllit, mit *Ranunculus glacialis*, *Ccepis jubata*, *Potentilla frigida* und *nivea*, *Pedicularis asplenifolia* und *Oederi*, *Taraxacum Reichenbachi* und *Handelii*, *Sesleria disticha*, *Primula minima* und *glutinosa*, *Draba fladnizensis* und *Trisetum spicatum*); ferner Salzburg, östliche bayrische Alpen, Oberösterreich, Steiermark, Krain, Kärnten, Görz, Friaul und Lombardei.

Die kugelförmige Seslerie (*Sesleria sphaerocephala* Arduino. Fig. 117) ist der vorigen sehr ähnlich, aber etwas größer; das kuglige Ährchenköpfchen ist

Fig. 116—118.

Die kleinen Seslerien der Alpen
(nat. Größe).

Fig. 116 *Sesleria ovata* (Hoppe) Kerner (= *S. microcephala* Lamarck); Fig. 117 *Sesleria sphaerocephala* Arduino; Fig. 118 *Sesleria disticha* (Wulf.) Persoon (= *Oreocheoa disticha* Link). (Nach der Natur von L. S.)

grannenlos, meist glänzend silberweiß (var. *Wulfeniana* Jacquin, = *leucocephala* Lamarck u. Decandolle), seltener bläulich. Sie ist eine „calcicole“ Spezies, welche den südlichen Kalkalpen von den Karawanken bis zum Comersee folgt (in Tirol bis 2840 m steigend nach v. SARNTHEIN) und an einzelnen Stellen etwas weiter nach Norden streicht (Sassalbo im Puschlav, einziger schweizerischer Standort!, Alpen von Innsbruck); sie ist besonders charakteristisch für den östlichen Teil der südlichen Kalkalpen, und ein Endemismus mediterranen Ursprungs (PAMPANINI).[1]

Diese beiden, einander sonst sehr ähnlichen Arten zeigen deutlich den Einfluß des Standorts auf die Ausbildung einer „Tunica“. Die feuchtigkeitsliebende *Sesleria ovata* hat zarte, leicht zerfallende Blattscheiden, *S. sphaerocephala* dagegen, eine trockenheitsliebende Bewohnerin sonniger Kalkwände, zeigt eine typische Strohtunica (HACKEL l. c.).

Die zweizeilige Seslerie (*Sesleria disticha* Persoon = *Oreochloa disticha* Link, Fig. 118). Von den echten Seslerien unterscheidet sich diese Art durch das Fehlen kleiner Tragblätter am Grund der Rispenäste und die scharf zweizeilige Stellung der Ährchen. Dem dichten Rasen aus haarfeinen Blättern entspringen niedrige, steife, dünne, 10—20 cm hohe Halme, an deren Spitze die aus grün, weißlich und blau gescheckte, manchmal goldig überhauchte kurze Ährenrispe sitzt; beim Albino ist sie gelbgrün (bisher nur auf dem Parpaner Rothorn von BRÜGGER und auf dem Piz Lagalb bei 2630 m von RÜBEL u. BRAUN gefunden, var. *flavescens* Brügger). Die zierliche Pflanze ist ebenso kalkfeindlich, als das Blaugras kalkliebend; sie kommt nur in der alpinen und nivalen Region auf Urgestein vor, etwa von 2300—3267 m (am Piz Languard; in Tirol bis 3000 m nach v. SARNTHEIN), zieht den humusreichen geschlossenen Rasen vor, ohne aber auf Rohboden und Fels zu fehlen, als eigentliche nivale Gratpflanze. Sie schließt sich gerne dem „Curvuletum“ an, den Beständen der *Carex curvula*, und kann in demselben dominierend werden. Die Kammseslerie ist eine Pflanze der Pyrenäen und Alpen; ihre alpine Westgrenze findet sie auf dem Mont Catogne bei Martigny im Wallis, wo sie ganz isoliert auftritt, da sie sonst dem Wallis fehlt; von da geht sie über Salzburg, Tirol, Kärnten, Obersteiermark und Krain bis Venetien; den ungarischen und siebenbürgischen Karpathen fehlt sie nicht und geht bis ins Banat. Sie ist, im Gegensatz zu der kleinköpfigen echten *Seslerien* eine ausgesprochen zentralalpine Art, welche den Kalkalpen völlig fehlt.[2] Sie blüht unmittelbar nach der Schneeschmelze.

In den Seealpen und Cottischen Alpen und den Gebirgen Nordspaniens findet sich eine vikariierende Art, die *S. pedemontana* Reuter, welche durch breitere schlaffere Blätter, ganz kahle Halme und lockere, oft kaum zweizeilige Ährenrispe verschieden ist.

Überblicken wir die fünf alpinen Seslerien, so können wir sie in drei Gruppen scheiden: die kalkliebende, weitverbreitete *coeruela*, die beiden kleinköpfigen südostalpinen, und die zwei zentralalpinen kieselliebenden aus der Oreochloagruppe. *S. coerulea*, *disticha* und *pedemontana* sind wohl Erzeugnisse des Alpenzugs im weitesten Sinne, die kleinköpfigen Arten schließen an das Mittelmeergebiet an.

---

[1]) PAMPANINI, Essai sur la géographie botanique des alpes et en particulier des alpes sud-orientales. — Fribourg 1903 (Dissertation).

[2]) In der Schweiz besonders in Graubünden, Urschweiz (Susten) und Tessin (dort aber selten und nur in den Grenzbergen, nach BRAUN), in Glarus nur in den an Bünden angrenzenden Standorten Panixerpaß und Tödi, in St. Gallen auf den grauen Hörnern angegeben.

§§§ 5. **Die Rispengräser** (*Poa*).

Das Alpenrispengras (*Poa alpina* L., Fig. 119 u. 120) „Romeye" der Sennen.

Das Alpenrispengras ist eines der anpassungsfähigsten, vielförmigsten, weitest verbreitetsten und wirtschaftlich wichtigsten Gräser der

Fig. 119.
Das Alpenrispengras.
(*Poa alpina* L., nat. Größe.)

A. Blühende Rispe der fruchttragenden Abart (v. *fructifera*). B. Blühende Rispe der bulbillentragenden Abart (v. *vivipara*). (Nach d. Natur v. L. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Alpen, das von der subalpinen Region bis zu den höchsten Kämmen und Gräten uns entgegentritt, bald in imponierenden kniehohen Massenvegetationen auf dem fetten Boden wohlgepflegter Alpwiesen, bald in reduzierten, vereinzelt dem Schutt der Nivalregion entspringenden, kaum 2 cm hohen Zwergformen, bald als oberster Pionier exponierter Gipfel.

Die Romeye bildet kleine, dichte, feste Horste; die Wurzeln sind unverpilzt (Volkart), die Halme sind am Grunde durch die Umhüllung

durch die stehenbleibenden, aber etwas zerfasernden Blattscheiden meist etwas zwiebelig angeschwollen; auf feuchtem Boden verwittern diese Scheiden indeß schon früh. Es sind weder die Scheiden selbst noch der Halm besonders verdickt; das zwiebelige Aussehen kommt nur durch die Häufung einer großen Zahl von Scheiden zustande. Wenn das Gras im beweglichen Schutt sich immer wieder hervorarbeiten muß, strecken sich die Triebe und die Verdickung der Halmbasis geht völlig verloren. Die Blattspreiten sind gras- bis graugrün, etwas dicklich, fleischig und glatt, das Blatthäutchen lang und spitz (Fig. 120, 1). Die aufrechten und aufsteigenden Halme sind gewöhnlich 1—3, selten 4 dm hoch. Die Rispe (Fig. 119) ist meist etwas locker, die Rispenäste tragen keinen oder nur einen einzigen grundständigen Zweig und sind während der Blüte weitabstehend bis zurückgeschlagen. Die Ährchen (Fig. 120, 4) sind 5—10 blütig, voll und üppig, bis 9 mm lang, weiß, bräunlich und violett gescheckt, meist etwas büschelweise zusammengedrängt. Sie blühen früh bis mittelfrüh (bei 1800 m meist Mitte Juli).

Sehr häufig, manchmal vorwiegend,[1]) findet sich eine Abänderung, bei welcher die Ährchen in Laubsprosse auswachsen (var. *vivipara* Linné, die „lebendiggebärende") (Fig. 119, B). Es wandelt sich dabei das Ährchen mit seinen Spelzen in ein junges Pflänzchen um: statt daß die neue junge Pflanze durch Befruchtung und Samenbildung erzeugt wird, wird das Ährchen selbst auf rein vegetativem Wege zu einer „Bulbille" (Fig. 120, 10—15). Meist wachsen alle Ährchen einer Rispe so aus; bei der Reife lösen sich die Bulbillen los, fallen zur Erde und schlagen Wurzel, neue Stöcke erzeugend. Auf diese Weise sorgt die Mutterpflanze ohne den langwierigen Umweg über Befruchtung und Samenbildung, auf dem ja mancherlei passieren kann, durch Knospenbildung für ihre Vermehrung. Man sieht oft eine Rispe durch das Gewicht ihrer vielen Bulbillen sich zur Erde biegen; die Bulbillen schlagen Wurzel und so entsteht, wenn mehrere Halme sich so verhalten, rings um die Mutterpflanze ein Kranz von Tochterpflänzchen. Nach Beobachtungen von Weinzierl kann der abgebogene Halm, wenn durch einen Gewitterregen die Bulbillen abgelöst werden, wieder aufschnellen, bis das Gewicht der Bulbillen wieder zunimmt und der Vorgang sich wiederholt. Die Bulbillen können auch wie Samen gesammelt und eine Zeit lang trocken aufbewahrt und nachher ausgesät werden.

Über die Ursache dieses „Lebendiggebärens" ist man noch nicht im Klaren. Es ist keine direkte Folge der Einwirkung des Alpenklimas (etwa der Bodenfeuchtigkeit oder der kurzen Vegetationsperiode), denn es kommen ja neben den bulbillentragenden Exemplaren, unter

---

[1]) Nach Weinzierl besonders auf Urgestein, was aber unsere Erfahrungen aus der Schweiz nicht bestätigen.

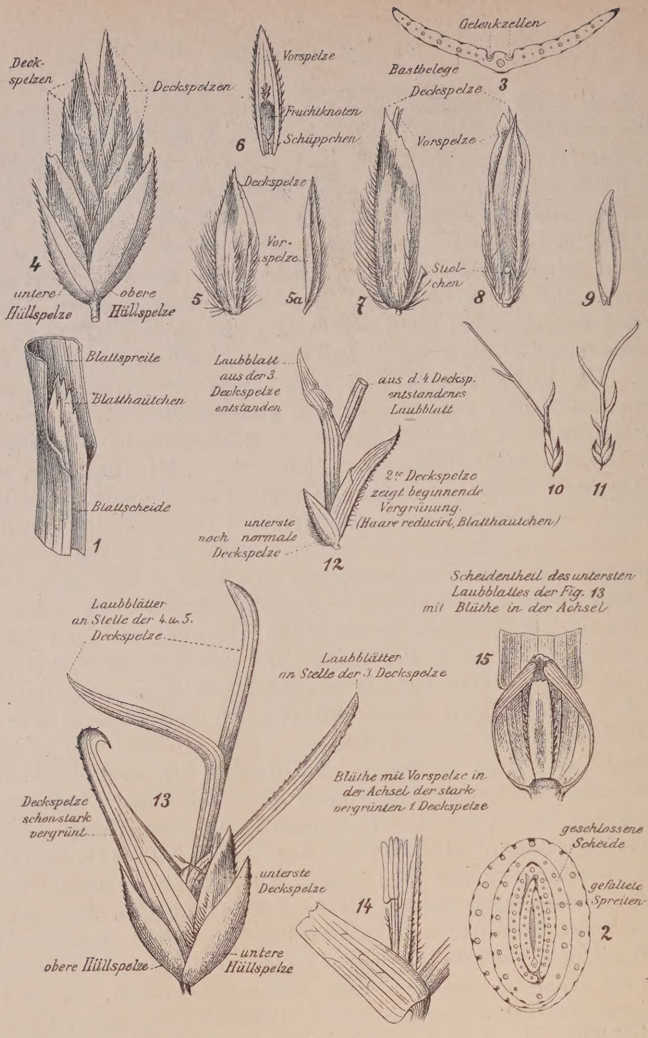


Fig. 120.

Das Alpenrispengras (*Poa alpina* L.).

1. ($^{2}/_{1}$). Blatthäutchen des Halmblattes. 2. ($^{10}/_{1}$). Querschnitt durch den untern Teil eines Laubtriebes, mit einer offenen und einer geschlossenen Blattscheide, und 2 Spreitenquerschnitten, welche die gefaltete Knospenlage erkennen lassen. 3. ($^{10}/_{1}$). Querschnitt durch die Spreite eines Halmblattes. 4—9. var. *fructifera*, mit normalen fruchttragenden Ährchen. 4. ($^{6}/_{1}$). Ährchen vor der Blüte. 5 u. 5a. ($^{6}/_{1}$). Spelzenpaar aus demselben; die Deckspelze trägt auf dem Rücken lange abstehende Haare. 6. ($^{6}/_{1}$). Vorspelze von innen gesehen, mit Schüppchen und Fruchtknoten. 7. ($^{10}/_{1}$). Scheinfrucht, d. h. das die echte Frucht einschließende Spelzenpaar, von der Seite gesehen. 8. ($^{10}/_{1}$). Dasselbe von der Vorspelze aus gesehen. 9. ($^{10}/_{1}$). Caryopse (echte Frucht, links unten ist der Keimling sichtbar). 10—15. var. *vivipara*, Ährchen in Brutknöspchen auswachsend. 10 u. 11. ($^{1}/_{1}$). Bulbillentragendes Ährchen. 12. ($^{2}/_{1}$). Unterer Teil eines in eine Bulbille auswachsenden Ährchens, die allmähliche Umwandlung der Deckspelze in Laubblätter zeigend; die Hüllspelzen sind entfernt. 13. ($^{6}/_{1}$). Ein ganzes „verlaubtes“ oder „vivipares“ Ährchen; die unterste, noch normale Deckspelze trägt eine Blüte in ihrer Achsel, deren vertrocknete Narben man herausragen sieht. 14. ($^{6}/_{1}$). Die zweite, schon vergrünte Deckspelze des vorigen Präparates, mit einer Blüte in ihrer Achsel. 15. ($^{6}/_{1}$). Der untere Teil des aus der 3. Deckspelze von Fig. 13 hervorgegangenen Laubblattes, mit deutlicher Scheide und Spreite, aber trotzdem mit einer Vorspelze in seiner Achsel. (Nach der Natur von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

denselben klimatischen Bedingungen, auch fruchttragende vor; auch in Grönland ist die bulbillentragende Form häufig und bei Kulturen in der Ebene erwies sie sich auf dem Versuchsfeld der Samenkontrollstation in Zürich constant, d. h. aus Bulbillen gingen immer wieder bulbillentragende Exemplare hervor. Gerade dieser Umstand, die „Samenbeständigkeit“, die wir auch auf der Fürstenalp bei Aussaaten beider Formen konstatierten, ließ uns dieselben als erbliche Abarten auffassen. WEINZIERL dagegen kam zu andern Resultaten: bei den Kulturen auf der Sandlingalpe bei Aussee bildeten die bulbillentragenden Individuen im Laufe der Jahre auch Früchte.

Nach den vorliegenden Beobachtungen scheint mir die Auffassung als die bestbegründete, daß die bulbillentragende Form eine spontan entstehende, erbliche und mehr oder weniger konstante Mutation ist; im Alpenklima mit seiner kurzen Vegetationszeit und der Unsicherheit der Fruchtreife ist sie gegenüber der samentragenden Form im Vorteil und breitet sich deshalb aus.[1])

Noch ist einer biologisch interessanten Anpassung der Scheinfrüchte zu gedenken (Fig. 120,7). Bei der Fruchtreife bleibt, wie übrigens bei fast allen Gräsern, die Frucht in die beiden Spelzen eingeschlossen und bildet mit denselben eine „Scheinfrucht“. Die äußere, derbere Deckspelze zeigt nun bei einer Ebenenform unserer Pflanze, der *Poa alpina* var. *badensis*, auf dem Rücken sogenannte „verbindende Zotten“, d. h. lange, vielfach durcheinander gewobene Haare, mittels deren die Scheinfrucht sich an vorbeistreifende Tiere anheftet (vgl. Fig. 123, S. 280); es ist das also eine „zoochore Ausrüstung“, eine Anpassung an die Verbreitung durch Tiere. Bei den alpinen Formen der Art aber findet sich statt der klebrigen anhaftenden Zotten eine Reihe steifer abstehender Haare, welche die windfangende Fläche der Scheinfrucht vergrößern, also eine „anemochore Ausrüstung“, eine Anpassung an die Windverbreitung darstellen, die natürlich auf den tierarmen Alpen mit ihrer stärkeren Windrichtung zweckmäßiger ist.

Das Alpenrispengras bewohnt sehr differente Standorte: subalpine und alpine gedüngte Mähewiesen, besonders auch Geilstellen und Läger; die offene vielbegangene Milchkrautweide, wie die ungedüngten Mähder, Heuberge und Grasbänder; den Rohboden der Schutthalden und Allu-

[1]) Es wäre eine lohnende Aufgabe, dieser Frage näher nachzugehen, die Erblichkeitskonstanz in möglichst vielen Fällen zu prüfen, auch bei anderen viviparierenden Gräsern; der Verbreitung der beiden Formen im einzelnen nachzuspüren und die Produktion keimfähiger Samen der Samenform zu prüfen; ferner den Einfluß verschiedener Kulturbedingungen auf Samen- und Bulbillenproduktion zu studieren. Auf der Fürstenalp, wo die viviparierende Form reichlich wild vorkommt, erwies sich auch die samentragende sehr fruchtbar; die Samen zeigten eine Keimfähigkeit von 90%.

vionen, den Sand des Randes der Alpenstraßen wie das Gemäuer derselben, den Rohhumus der Ericeten und Drahtschmielenbestände, die Humuspolster der obersten Gräte, den Verwitterungsgrus der höchsten Blockgipfel wie die Felsspalten steiler Wände. „Auch seine Anpassungsfähigkeit an verschiedene Lichtintensitäten ist sehr groß; es gedeiht sowohl bei größtem Lichtgenuß auf sonnigen Kämmen, als auch im tiefsten Schatten der tiefbeästeten Wettertannen“ (Volkart).

Dominierend tritt es oft auf weiten Strecken unserer blumigen, üppigen Alpenwiesen auf, wo die Halme bis einen halben Meter hoch werden (Typus der „Romeyen-Wiese“). So beim Julierberghaus bei 2220 m, auf den Fettwiesen von Avers bei 1900 m, beim Steinwirtshaus im Gadmental am Sustenpass bei 1868 m ü. d. Meer und besonders schön auf dem herrlichen Wiesenplan von Morasco im Griestal, dem oberen Teil des Formazzatals, das in den Langensee mündet.

Vielfach gleicht dort der Rasen einer Reinkultur der Romeye, und zwar der samentragenden Form, deren üppige dunkelgefärbte Rispen wie kornbeschwerte Ähren sich neigen; im Windhauch wogt die bunte Wiese in leisen Wellen. Dunkle Flecke bilden die steifen Kolben des Alpenlieschgrases (*Phleum alpinum*) und schimmernde Schleier weben die in der Sonne flimmernden Rispen des Goldhafers (*Trisetum flavescens*) über dem Rasen. Tintenschwarz schaukeln sich die schweren Ähren der Schwarzsegge (*Carex aterrima*); fleckenweise herrschen in launenhaftem Spiel bald die weißen Blütensträuße des Alpenknöterichs (*Polygonum alpinum*), bald die rötlichen Kölbchen des Schlangenknöterichs (*Polygonum bistorta*), bald die bräunlichen Fruchtrispen des alpinen Sauerampfers (*Rumex arifolius*) — das ganze unter der strahlenden Alpensonne in ein Meer von Licht und Glanz getaucht, eine jauchzende Symphonie des farbenfrohen Alpensommers.

Getreulich folgt die Romeye den Rindvieh- und Schaflägern bis auf die Hochgipfel, oft zur schweren Enttäuschung des blumenliebenden Touristen, der statt einer interessanten Gipfelflora nur den trivialen Rasen der Romeye findet. So ist z. B. der Gipfel des Hochwang im Schanfigg (2535 m), der als Schafläger dient,[1]) von einem dichten pelzigen Rasen des Alpenrispengrases überzogen, und ähnlich verhält sich der Gipfel des Hochiss (2300 m) in der Rofangruppe beim Achensee. Der Fettrasen um die Sennhütte der Obersandalp am Tödi bei 1939 m ü. M. bestand aus 26,5 % *Poa alpina*, 42,6 % *Alchimilla vulgaris*, 18 % *Poa annua*, 4 % *Phleum alpinum* usw.

Dem Straßendünger folgt unser Gras bis weit in die unteren Regionen herab, indem es am Rande der Alpenstraßen, auf den wenig begangenen Stellen des Fahrdammes und namentlich an den gemauerten Böschungen oft fast reine Bestände bildet, auch auf Mauerköpfen.

Auf der Weide wird die Romeye begierig vom Vieh aufgesucht; ihre Wertschätzung durch den Älpler wird durch folgenden Spruch bekräftigt:

---

[1]) Denn die Schafe haben bekanntlich die Gewohnheit, zu ihren nächtlichen Lagerplätzen möglichst hoch zu steigen; wohl eine durch die angestammte Bärenfurcht induzierte Gipfeljägerei, als Relikt aus der guten alten Bärenzeit geblieben!

Romeye, Mutteren und Adelgras[1])
das Beste ist, was Kühli fraß.

Die chemische Analyse des Heues zeigt einen hohen Gehalt an Rohprotein (10,6 %) und Rohfett (3,0 %). Man findet auf der Weide stets die Blätter vom Vieh abgefressen, während es die zähen Halme stehen läßt, auch diejenigen der bulbillentragenden Form, obwohl man glauben sollte, daß die saftigen jungen Pflänzchen der knospenden Rispe das Vieh reizen könnten. Es ist das übrigens eine allgemeine Erfahrung, daß das Weidevieh auch von den besten Futtergräsern die Halme unberührt läßt. Die Steifigkeit der Halme, mechanisch durch ihre Beanspruchung durch die Last der Blüten, Früchte oder Bulbillen bedingt, wird der Pflanze nebenbei nützlich als Schutzmittel gegen die Vernichtung ihrer Blüten und Früchte: ein interessantes Beispiel dafür, wie eine kausal bedingte Eigenschaft der Pflanze in einer Richtung nützlich wird, auf welche hin sie nicht gezüchtet wurde.[2])

Zur Ansaat bei der Anlage künstlicher Alpwiesen auf dem überdüngten Lägerboden eignet sich die Romeye vortrefflich: der Same geht gut auf und erzeugt rasch einen bürstendichten Rasen.

Neben den Fettwiesen und der Weide besiedelt die Romeye, allerdings in geringeren Prozentsätzen und niemals dominierend, auch die Magerwiesen und Wildheuplanggen, mischt sich dem Seslerietum und dem Horstseggenrasen bei, fehlt sogar dem Curvuletum nicht. Aber auch die humusarmen Rohböden der Bach- und Gletscheralluvionen und die frischen Schutthalden scheut sie nicht, kann sogar hier allmählich einen geschlossenen Rasen erzeugen. So ist z. B. der gefestigte, vom Gletscherbach nicht mehr gestörte Teil des ausgedehnten Cambrena-Deltas gegenüber dem Berninahospiz von einer Weidefläche bedeckt, auf der die *Poa alpina* weitaus dominiert. Sie geht mit dem Bach- und Flußkies weit in die Ebene hinaus.[3]) Andererseits steigt sie im Gesteinsschutt und auf Felsen bis in große Höhe und bildet einen verbreiteten Bestand-

---

[1]) *Poa alpina, Ligusticum mutellina* und *Plantago alpina.*

[2]) Es wäre lohnend, vergleichend anatomisch die Frage zu verfolgen, ob vielleicht doch auf der Weide durch lange Auslese Formen mit einem Halme gezüchtet wurden, der zum Schutze gegen Fraß mechanisch derber gebaut ist, als er es als Träger sein müßte und als es der Halm an anderen Standorten ist.

[3]) Tiefe Standorte der *Poa alpina:* Schweiz: Weinfelden an der Thur 430 m, Linthdelta im Gäsi bei Weesen 440 m, an der Sitter bei Bruggen 600 m. Württemberg: herabgeschwemmt an der Iller bei Opfingen und bei Tannheim, am Bodensee bei Fischbach; Argental bei Wangen (letzteres vielleicht von der Adelegg her besiedelt) (Gradmann). Bayern: an der Isar von Tölz bis München herab, mit den Flüssen bis Landshut und Augsburg, am Bodenseeufer von Unterhochsteg bis Lindau, Galgeninseln beim Rangierbahnhof, Ufer bei Wasserburg (Hegi). Tirol und Voralberg: Bregenz, Isargerölle 930 m, Innsbruck 850 m, Etschtal bis Deutschriet 215 m, bei Trient an Felsen bei Vala 200 m, nicht herabgeschwemmt! (v. Sarnthein).

teil der Gipfelfloren (bis 3632 m am Mte. Rosa von SCHLAGINTWEIT, als höchster Standort konstatiert; 3000 m Piz Beverin, STEIGER; 3067 m auf dem Gipfel des Minschun, Kt. Graubünden, 3260 m auf dem Basodino, BRAUN; 2970 m auf dem Langlaufererjöchl in Tirol, v. SARNTHEIN). Der Schwerpunkt ihrer Verbreitung liegt in der Region von 1400 bis 2500 m, Minimum und Maximum 200—3600 m; sie gebietet also über eine Höhenregion von 3400 m Breite, von der collinen bis zur nivalen Region.

Die Allgemeinverbreitung ist eine weite: zirkumpolar und in der alpinen Region der meisten Gebirge der gemäßigten Zone der nördlichen Hemisphäre [Sierra Nevada (fehlt in Portugal!), Pyrenäen, Jura, Vogesen, Schwarzwald, Alpen, Sudeten, Karpathen, Apennin (fehlt in Sicilien!), Ural (fehlt in Mittel- und Südrußland!), Kleinasien, Kaukasus, Altai, Tibet, Himalaya, Nordsibirien, Nordamerika südlich bis zum Lake superior und Maine]. Es ist eine alte Glazialpflanze, die unseren Alpen wohl aus dem Norden zugekommen ist und als düngerliebende Pflanze durch Mensch und Vieh verbreitet wurde.

Mehr eine Bewohnerin der Ericeten des Waldes und des Krummholzgürtels, seltener auf der Weide (besonders im Schutz des Zwergwachholders!) und auf Mähdern und Fettwiesen zu finden, ist ***Poa Chaixi*** Villars (= *sudetica* Hänke), unser größtes Rispengras (60—120 cm hoch!), an dem stark zweischneidig flachgedrückten Halm, der kapuzenförmigen Spitze der Laubtriebblätter und dem Fehlen der „Zotten" an den Deckspelzen leicht zu erkennen; sie steigt aus der montanen Region bis 2400 m in Wallis, 2300 m im Heutal (RÜBEL u. BRAUN), 1900 m Sellrain und Taufers (v. SARNTHEIN), fehlt aber auch der Ebene nicht.

Fig. 121.

Das violette Rispengras (*Poa violacea* Bellardi = *Festuca pilosa* Haller fil.)

A. (5/1). Ganzes Ährchen.
B. Ein Spelzenpaar mit dem daran haftenden Stück der behaarten Ährenachse. (Nach d. Natur v. C. S.)

Eine Sonderstellung nimmt unter den Rispengräsern das violette ein (***Poa violacea*** Bellardi, Fig. 121), das früher (und vielfach jetzt noch) als *Festuca pilosa* Haller fil. zu den Schwingeln gestellt wurde. Es nähert sich diesen in der Tat durch seine kaum gekielten Spelzen, wird aber als Rispengras gekennzeichnet durch den punktförmigen Samennabel an der Frucht; die *Festucae* haben einen strichförmigen Nabelfleck. Sie ist außerdem von allen anderen Poën verschieden durch die behaarte Ährchenachse. Sie bildet dichte üppige Horste mit langen, feinen, borstlich zusammengefalteten Grundblättern; das Blatthäutchen ist lang, die Rispe meist zusammengezogen, die Ährchen 3—6 blütig und aus grün und violett zierlich gescheckt, beim Albino (var. *flavescens* Ascherson u. Graebner) gelblich. Die Pflanze ist eine ausgesprochene Spätblüherin: bei 1800 m (Fürstenalp) regelmäßig in der 2. Hälfte des August, reift dann aber den Samen schnell und reichlich (VOLKART). Sie ist eine nicht gerade häufige Bewohnerin der Felsen, des Schuttes und des Magerrasens von Mähdern und Wildheuplanggen im Urgebirge der subalpinen und alpinen

Region der zentralen und südlichen Ketten der Alpen und der Karpathen von 1200—2640 m (Piz Forun, Albulagebiet, Braun), in Tirol von 1300—2300 m (v. Sarnthein); ihre übrige Gesamtverbreitung weist immerhin deutlich nach dem Süden: Spanien, Pyrenäen, Korsika, Südfrankreich, Apennin, Sicilien, Macedonien, serbisch-bulgarisches Hochgebirge (fehlt dagegen den illyr. Alpen). Sie wird von Christ dem mediterranen Element der Alpenflora zugerechnet.

Anhangsweise möge noch ein Rispengras erwähnt werden, welches unter dem Einflusse des Düngers aus der Ebene in die alpine Region aufsteigt und dort oft eine wichtige Rolle spielt.

Die niederliegende Form des einjährigen Rispengrases ***(Poa annua*** L. var. ***supina*** Schrader, Fig. 122) bildet besonders an überdüngten Stellen, auf Lägern und auf Wegen bis 2686 m (Faulhorn), 2645 m (Aroser Weißhorn, Braun), 3176 m (Cima Tosa in der Brentakette, Tirol, v. Sarnthein) einen pelz-

Fig. 122.

Das niederliegende Rispengras.
(*Poa annua* L. var. *supina* Schrader.)

1/2 nat. Gr. — Nach der Natur von L. S.

artigen hellgrünen Rasen, der schon von weitem auffällt; die Ährchen sind meist violett überlaufen. Trotz der saftigen weichen Blätter wird es vom Vieh nicht gefressen, wohl weil dasselbe überhaupt an solchen düngerreichen Stellen nicht gerne weidet. In der Ebene kommt es als typische Ruderalpflanze besonders an Wegrändern, zwischen Straßenpflaster, auf Acker- und Gartenland als lästiges Unkraut überall vor; doch sind die Ährchen dort nicht so bunt gefärbt. „Die Triebe sind niederliegend, wurzeln an den Knoten und bilden dort umscheidete Knospen, die sofort auswachsen, durch Verwitterung der Scheiden bald frei werden und nach Bildung neuer Seitentriebe über kurz oder lang wieder blühen. Die Pflanze wächst so oft durch mehrere Jahre ununterbrochen fort, sie besitzt keine Periodizität des Wachstums, blüht zu allen Zeiten und ist nicht ausgesprochen einjährig“ (Volkart).

Schon HENSLOW (Gardeners Chronicle 1903) hat hervorgehoben, daß das einjährige Rispengras praktisch sich wie ein ausdauerndes Gras verhält; es kann alle Wochen gemäht werden, trotzdem blüht es und reift Früchte, mittels deren es sich erneuert und ausbreitet. Auch der Winter tötet es nicht. HACKEL[1]) bemerkt dazu, daß das auf zwei Gründen beruhe: erstens erzeugt jeder Halm nach dem Verblühen am Grunde ein bis mehrere Zweige, welche später zur Blüte gelangen; zweitens reifen die Früchte rasch und bedürfen nach dem Abfallen keiner Samenruhe, sondern keimen sofort wieder, so daß in einem Jahr mehrere Generationen erzeugt werden können („ephemere Pflanze"). „Die alpine Form (var. *supina* Rchb.) weicht von der der Ebene durch den

Fig. 123.

Wiesenrispengras (*Poa pratensis* L.).

1. ($^4/_1$). Blatthäutchen. 2. ($^5/_1$). Ährchen mit herausgelösten oberen Spelzen, welche nur an den „verbindenden Zotten" baumeln. 3. ($^4/_1$). 4 Scheinfrüchte, durch die wirr zusammenhängenden Zotten untereinander verbunden (und mittels derselben an vorbeistreifende Tiere sich anheftend!). 4. ($^6/_1$). Eine Scheinfrucht; auf dem Rücken und besonders am Grunde der Deckspelze entspringen lange, krause Haare, die „verbindenden Zotten"; dieselben Haare werden bei der spezifisch alpinen *Poa alpina* zu steiferen windfangenden Organen. 5. ($^{10}/_1$). Die Caryopse von der Bauchseite gesehen, mit dem rundlichen „Nabelfleck" in der Nähe der Basis. (Nach der Natur v. C. S.; aus St. u. Schr., Beste Futterpfl.)

Besitz zahlreicher Laubtriebe ab, welche im Jahr ihrer Entstehung nicht zur Blüte kommen, sondern überwintern. In ihrem unterirdischen Teile sind viele Laubtriebe wie die Halme mehr oder weniger ausdauernd, gewöhnlich kurz kriechend und an den Knoten wurzelnd, wodurch ein mehr oder weniger deutlicher Wurzelstock zustande kommt" (HACKEL).

Endlich gehört das **Wiesenrispengras** (*Poa pratensis* L., Fig. 123) zu den über die Baumgrenze aufsteigenden Ebenengräsern. Es ist ausgezeichnet durch lang kriechende Ausläufer, kurzes Blatthäutchen und „verbindende Zotten" an den Deckspelzen, welche die Scheinfrüchte an vorbeistreifende Tiere anhäkeln (Fig. 123, 4). Dadurch ist es scharf von *Poa annua* unterschieden, welcher diese Zotten fehlen.

Es ist ein weitverbreiteter Ubiquist der nördlichen Hemisphäre: zirkumpolar (Grönland, Spitzbergen, Franz-Joseph-Land, Nowaja Semlja, arktisches Nordamerika) und in Europa, Nordamerika (wo es als „blue graß" einen Hauptbestandteil des Prärienrasens bildet!), Asien und Nordafrika überall zu Hause. In die alpine Region steigt es vorzugsweise auf gedüngten Wiesen und um

[1]) HACKEL, E., Zur Biologie der *Poa annua* L. — Österr. bot. Zeitschrift 1904 Nr. 8.

Alphütten (Cresta-Avers 1930 m, Wiesen bei Chandolin 1970 m, Riffelalp 2227 m, alle diese Standorte wenig unter der Baumgrenze), oder es folgt den Paßstraßen und bildet an düngerreichen Straßenrändern oft kleine fast reine Bestände, seltener auf Schutt (Gneißschutt am Fuß der Cresta mora am Albula bei 2315 m, Berninheutal 2415 m, Rübel und Braun), und zwar vorzugsweise in der Abart *angustifolia* L.[1]) mit schmalen, borstlich zusammengefalteten Laubtriebblättern und dunkelgefärbten Rispen.

§§§ 6. Die Schwingel-Arten (*Festuca*).

Alle Schwingelarten (*Festuca*) haben folgende gemeinsame Merkmale:

Blütenstand eine während der Blüte weit ausgebreitete aus länglischen mehrblütigen Ährchen zusammengesetzte Rispe; Narben farblos, an der Spitze des Fruchtknotens entspringend (Fig. 124, 7), beim Blühen seitlich zwischen den geöffneten Spelzen heraustretend (Fig. 129, 6); Hüllspelzen kürzer als die Ährchen (Fig. 127, 5 u. 6), Ährchenspindel kahl; Deckspelzen 5 nervig, meist in eine endständige Granne auslaufend; der Rücken der Deckspelze im unteren Teile gerundet; (Fig. 131, 10 a) Spindel des Fruchtährchens zerbrechend; Frucht mit einem langen linienförmigen Nabelfleck auf der Bauchseite (Fig. 124, 6 a).

Die nächstverwandten Rispengräser (*Poa*) unterscheiden sich von den Schwingeln durch die meist scharf von oben bis unten gekielten Deckspelzen; nur *Poa violacea* (s. oben S. 278) macht hier eine Ausnahme, ist aber durch den runden Nabelfleck als *Poa* gekennzeichnet.

Das vielgestaltige Geschlecht der Schwingel ist ein „Crux botanicorum", wie die Brombeeren und Rosen: die Formen sind schwierig zu unterscheiden und gehen vielfach ineinander über. Wohl hat Hackel[2]) mit Meisterhand Ordnung in das Chaos gebracht und haben Ascherson und Graebner seine Arbeit verwertet, allerdings zum Teil mit anderer Bewertung der Formen; aber da der Habitus häufig im Stich läßt und die Unterscheidungsmerkmale (offene und geschlossene Blattscheiden der Laubtriebe, Zahl der Nerven, Anordnung des Hartgewebes auf dem Blattquerschnitt) oft nur mühsam mit dem Mikroskop zu erkennen sind und außerdem immer wieder neue, die Grenzen verwischende Formen aufgefunden werden, so erfordert die Erkennung der zahlreichen alpinen Schwingel ein besonderes Studium. Die Gattung ist in den Alpen reich entwickelt: von den 18 Arten der Schweizerflora (nach der trefflichen Bearbeitung von Dr. Volkart bei Schinz und Keller, Flora der Schweiz) sind 10 in der alpinen Region verbreitet, und Fritsch, mit seiner engeren Fassung der Art, zählt für die österreichischen Alpen sogar 23 Spezies auf. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, eine

[1]) Siehe über diese Abart die näheren Ausführungen in St. u. Schr., Futterpflanzen II. Teil 2. Aufl. S. 2—3. Bern 1895.

[2]) Hackel, E., Monographia Festucarum europaearum. Kassel und Berlin 1882.

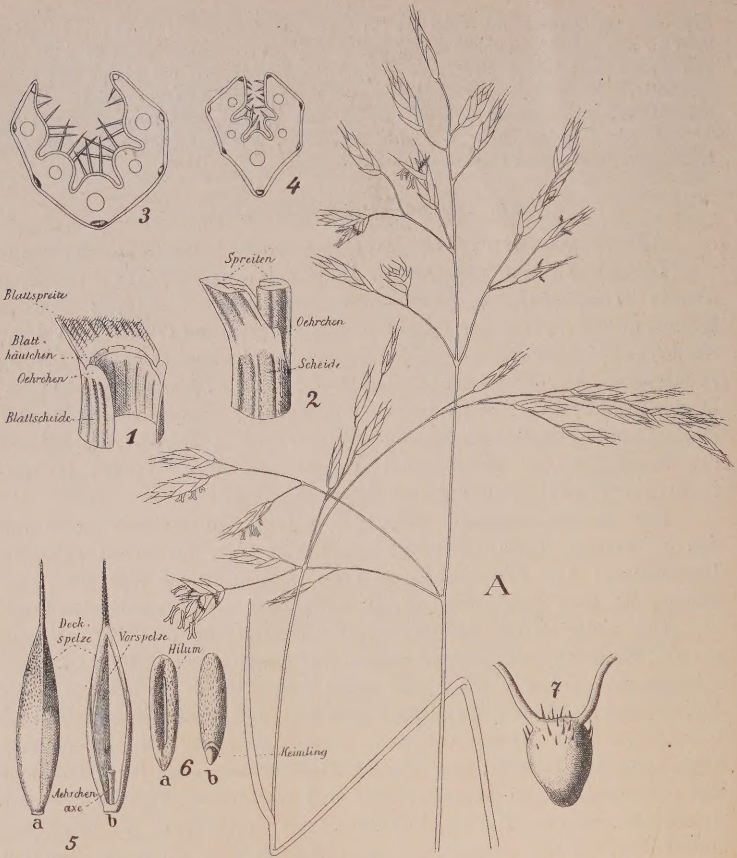


Fig. 124.

Der violette Schwingel.
(*Festuca violacea* Gaudin.)

A. 2 Blütenrispen: die eine vor dem Aufblühen, übergebogen, nickend; die andere in voller Blüte, aufrecht. 1. ($^6/_1$). Blatthäutchen eines Halmblattes der Abart *nigricans* Schleicher, mit breitem offenem Halmblatt. 2. ($^6/_1$). Blatthäutchen eines Laubtriebblattes. 3. ($^{40}/_1$). Querschnitt durch ein hohlkehlig offenes, aber nicht flach ausgebreitetes Halmblatt der Normalform. 4. ($^{40}/_1$). Querschnitt durch ein Laubtriebblatt. 5. ($^5/_1$). Scheinfrucht; a. von der Deckspelze aus; b. von der Vorspelze aus. 6. ($^6/_1$). Echte Frucht; a. von der Bauchseite mit dem langen linienförmigen Nabelfleck; b. von der Rückenseite, mit dem Keimling. 7. ($^{15}/_1$). Fruchtknoten, oberwärts behaart (Narben abgeschnitten).
(Nach der Natur: A von L. S., 1—7 von C. S.; St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Übersicht über dieselben zu geben: dafür sei auf die erwähnten Floren verwiesen. Wir greifen die wichtigsten Rasenbestandteile heraus: auf der Weide die *Festuca rubra fallax*, weiter oben *Festuca pumila, Halleri*

und *rupicaprina*, auf den Wildheuplanken die *violacea*, *varia* und *pulchella*; die *alpina* zählen wir zur Felsflora.

Der **violette Schwingel** (*Festuca violacea* Gaudin, Fig. 124). An schattigen und sonnigen Steilgehängen fällt dem Kletterer oft im üppigen Wildheurasen ein saftiggrünes Gras auf, das in dichten Horsten aus weichen, haarfeinen Blättern ganze Strecken überzieht; die wenigen Halme[1]) tragen dunkelviolett gefärbte, zierlich überhangende Rispen; die Halmblätter sind entweder ebenso borstlich zusammengelegt wie die der grundständigen Triebe, oder aber sie sind (bei der höheren, gröberen Abart *nigricans* Schleicher) beinahe flach und 2—3 mm breit. Die schöne Färbung der Ährchen ist deutlich eine Folge des intensiven Alpenlichts; sie sind auf der belichteten Hälfte violett gefärbt, mit goldfarbigem, häutigem Rand, auf der Schattenhälfte dagegen grünlich; auch die sonst gefärbten Spelzen sind dort grünlich, wo sie von den voraufgehenden beschattet waren. Bei dem Goldschwingel, dem Albino (var. *aurata* Gaudin) ist das Ährchen goldgelb. Der Fruchtknoten ist (zum Unterschied vom verwandten Rotschwingel) am Scheitel mit kurzen Haaren bestreut, selten kahl. (Fig. 124, 7).

Der violette Schwingel ist ein ausgesprochenes Wildheu- und Mähdergras, das auf der Weide nahezu völlig fehlt Er bewohnt die langrasigen Steilhänge im oberen Teil schattiger Wildbachrunsen und Lawinenzüge, wo er sich der Rostsegge oder der Horstsegge (*Carex ferruginea* oder *sempervirens*) beigesellt, besonders auf Urgebirge und Schiefer; aber auch sonnigen Mähdern fehlt er nicht (so oberhalb Cresta-Avers, auf den Schanfiggerheubergen, unterhalb der Porta Vescova am Fedajapaß). Auch auf Kalk tritt er häufig auf (z. B. Schlern, Piz Alv, Piz Albula). Auf Gneißschutthalden bildet er oft den ersten Pionier auf feinerem Grus, allmählich zum Rasenschluß hinüberführend: besonders schön läßt sich das auf den berasten Schutthängen im oberen Teil des Val Minor im Berninagebiet konstatieren, am Südfuß des Piz deis Lejs. Trotz ihrer Fähigkeit, den Rohboden zu besiedeln, ist die Pflanze doch für Düngung dankbar; sie gedieh auf dem überdüngten Boden des Versuchsfeldes der Fürstenalp prächtig, bildete Halme von 70 cm Länge und einen bürstendichten Rasen von 40—45 cm durchschnittlicher Höhe.

Neben der typischen Form und der schon erwähnten üppigen var. *nigricans* existiert in den östlichen Alpen (Krain, Steiermark, Kärnten, Niederösterreich und Salzburg noch die Abart *picta* Hackel mit starrer, nicht übergebogener Rispe und sehr dunkeln Ährchen; und ebenda die var. *norica* Hackel mit starren, am Rücken gerundeten Blättern und 40—50 cm hohen Halmen (Tirol, Krain, bayerische Alpen, Salzburg,

[1]) Die Bestockungszahl beträgt nach den Untersuchungen von St. u. Schr. 72, d. h. auf einen Halm kommen 72 sterile Triebe; Weinzierl fand dagegen bei seinen Kulturen eine mittlere Bestockung von nur 18.

Nieder- und Oberösterreich, Kärnten; stellenweise den Typus vertretend; neuerdings von Dr. Brunies auch im Ofengebiet aufgefunden.

Die Höhenverbreitung ist die eines typisch alpinen und nivalen Grases. Hauptregion 1800—2500 m, Extreme von 1500—3200 m (Gornergrat; 3000 m am P. Languard [Braun]) in den Walliser und Bündner, von 1750—2570 m in den Bayerischen, von 1580 bis ca. 2700 m in den Tiroler Alpen (v. Sarnthein).

Die Gesamtverbreitung zeigt uns *Festuca violacea* als Bewohnerin aller höheren Gebirge des südlichen Europas außer auf den Inseln des Mittelmeergebietes; im Norden fehlt sie durchaus, geht aber im Osten nach Kleinasien, dem Kaukasus, Armenien und Persien. Sie ist also wohl ein Produkt des gewaltigen eurasischen Querzugs von den Alpen bis zum Kaukasus. Liegt ja doch überhaupt nach Hackel das Schwergewicht der Gattung in den Gebirgsländern der Alpen, Karpathen und südlichen Halbinseln.

Der Buntschwingel (*Festuca varia* Hänke, Fig. 125 und 126.).

Wenn wir unter den bestandbildenden grasartigen Rasenpflanzen der Alpwiesen eine Reihe aufstellen wollten nach dem Bedürfnis für Humus, beginnend mit den humusliebenden und endigend mit denjenigen, die am ehesten mit dem mineralischen Boden vorlieb nehmen, so wäre es etwa folgende: *Avena versicolor*, *Carex curvula*, *Nardus stricta*, noch humusliebend; dann *Carex sempervirens*, schon gerne an steileren Stellen, *Festuca violacea*, *Sesleria coerulea*, auf Kalk, auch auf Rohboden, und endlich *Festuca varia*, auf Urgestein, besonders im transalpinen Gebiet, an den steileren Hängen, Grenzformen zwischen Wiese und Felsflur bildend oder auch als reine Felspflanze auftretend.

Der Buntschwingel gehört zu den auffallendsten Gestalten unserer alpinen Grasflora, durch seine mächtigen hohen Horste aus steifen, 0,7 mm dicken, etwas bläulichgrünen, borstlich eingerollten stechenden Blättern (Fig. 125). Von den ähnlichen Horsten der Schafschwingelformen (besonders des härtlichen Schwingels) unterscheidet er sich sofort durch das lange Blatthäutchen (Fig. 126, B). Auf dem Querschnitt zeigt er unter dem Mikroskop eine zusammenhängende Hartschicht unter der Epidermis (Fig. 126, A); bei dem näher verwandten niedrigen Schwingel ist die Hartschicht meist (eine Ausnahme bildet die Abart *rigidior*) nur über den Gefäßbündeln ausgebildet (Fig. 127, 3). Die zahlreichen und relativ kurzen Halme tragen eine zusammengezogene, überhängende Rispe (dadurch auf den ersten Blick von dem oft sich beigesellenden härtlichen Schwingel verschieden, dessen Rispe steif aufrecht ist). Die 4—6-blütigen Ährchen sind bunt gescheckt oder grünlichweiß, so bei der var. *acuminata*, bei dem seltenen Albino strohgelb (lusus *aurata* Schröter, in allen übrigen Merkmalen mit dem Typus übereinstimmend: Furka, Alpen von Thion ob Sitten), die Deckspelze von der Mitte an all-

mählich zugespitzt, dadurch von der des niedrigen Schwingels scharf unterschieden. Bemerkenswert ist, daß Hackel den Buntschwingel stets steril fand. Auf dem Versuchsfeld der Fürstenalp bei Chur dagegen trägt sie regelmäßig Früchte.

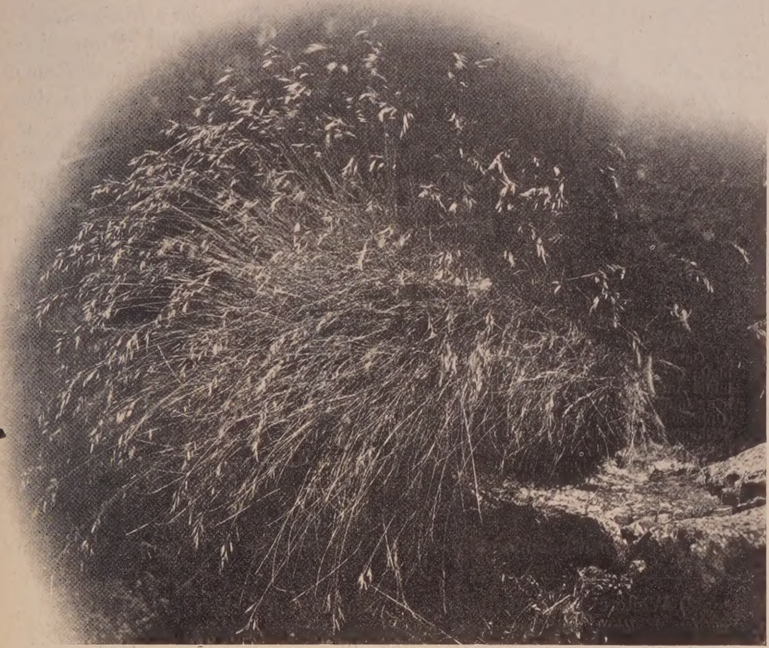


Fig. 125.
Ein Horst des Buntschwingels.
(*Festuca varia* Haenke.)
Von den Tosafällen, 1650 m ü. M. — Phot. von P. Bohny.

Der Buntschwingel bildet eine ungemein auffallende und bezeichnende Pflanzengenossenschaft, die in ihrer typischen Ausbildung auf steile Urgebirgshänge des transalpinen Gebietes bis nahe zur Schneegrenze beschränkt ist. Wir fanden sie z. B. an den Hängen oberhalb des Gornergletschers bei Zermatt (2100 m) und am Wege von Zermatt zum Schwarzsee (2200 m), an den Gneißwänden im Griestal oberhalb und unterhalb der Tosafälle, 1600—1800 m, am Aufstieg zum Lunghinpaß ob Maloja bei ca. 2100 m, am Sassal-Masone ob dem Palü-

gletscher von 1950—2650 und besonders schön am Südhang des Piz Albris im Heutal von ca. 2200—2600 m, an den steilsten Stellen des Hanges, aus Horstseggenhalde hervorgehend (*Carex sempervirens*) und nach oben in Violettschwingelbestand übergehend (*Festuca violacea*). Stellenweise bildeten die mächtigen Horste eine förmliche *Varia*-Treppe in fast reinem Bestand, nur unterbrochen durch üppige Büsche von *Bupleurum stellatum* und 60—80 cm hohe Garben der schönen *Potentilla grandiflora*[1]). Auf der frisch aufgeschütteten Erde vor den Murmeltierlöchern entwickelten sich die *Varia*-Rasen besonders kräftig; überhaupt zeigte sich allgemein eine solche Begünstigung an diesen Stellen, ein Beweis, daß die obersten Rasenschichten ausgesogener und ärmer an mineralischen Nährstoffen sind als diese frische Erde.

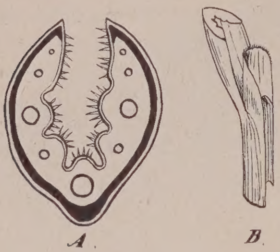


Fig. 126.
Buntschwingel.
(*Festuca varia* Haenke.)
A. Querschnitt durch ein Laubtriebblatt; das Hartgewebe (Sklerenchym) bildet einen geschlossenen, zusammenhängenden Ring unter der Oberhaut (Unterschied von *F. pumila!*). B. Das verlängerte Blatthäutchen des Halmblattes (Unterschied von den habituell ähnlichen Schafschwingeln, welche ein ganz kurzes, geöhrtes Blatthäutchen haben. (Nach der Natur von C. S.)

Die Buntschwingelhalde steigt aus alpiner Höhe bis herab zum Spiegel der transalpinen Seen, wo sie z. B. bei Ponte Brolla unweit Locarno die Gneißfelsen besiedelt, dort mit zwei anderen transalpinen Gewächsen vergesellschaftet, der *Saxifraga cotyledon* und *Phyteuma Scheuchzeri*.

Während in den Schweizeralpen die *Festuca varia* strikte an kalkarmes Gestein und fast ausschließlich an die transalpine und zentrale Zone gebunden ist[2]), scheint sie im Osten stark auf den

[1]) Weitere Bestandteile dieser Buntschwingelhalde: *Juniperus nana*, *Festuca Halleri*, *Anthoxanthum odoratum*, *Juncus trifidus*, *Luzula sudetica*, *Carex sempervirens*, *Coeloglossum viride*, *Silene rupestris*, *Daphne striata*, *Laserpitium panax*, *Anemone sulfurea*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium alpinum*, *Alsine mucronata*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Loiseleuria procumbens*, *Gentiana punctata*, *G. campestris*, *Pedicularis tuberosa*, *Campanula barbata*, *Senecio abrotanifolius*, *Hypochaeris uniflora*, *Senecio doronicum*, *S. carniolicus*, *Phyteuma hedraianthifolium* (auf Fels!), *Solidago virgaurea*, *Antennaria dioeca*, *Arnica*, *Phyteuma betonicaefolium* und *orbiculare*.

[2]) Sie wird cisalpin in der Schweiz auf der Gumfluh, Wengernalp (nach Christ vom Wallis her eingedrungen) und in den St. Galler Alpen angegeben; die erstere Angabe konnte ich nicht prüfen, da in den Berner Herbarien Belegexemplare fehlen, bei der letzteren erwiesen sich die mir aus dem St. Galler Museum freundlichst zugesandten Belegexemplare sämtlich als zu *Festuca pumila* gehörig. Im Gotthardgebiet geht sie nach Rhiner bis zur Surenenecke (auf Grauwacke!); prüfen konnte ich diese Angabe nicht. Dagegen findet sich im Herbarium des Polytechnikums ein Exemplar der *Festuca varia* aus den Schwyzer Voralpen (Yberg). Dieses auffallende Vorkommen bedarf weiterer Untersuchung.

nördlichen Hang überzugreifen und auch Kalk zu besiedeln: BECK zitiert sie aus Niederösterreich von Felsen, steinigen Stellen und Schutt von den höheren Voralpen bis in die Alpenregion der Kalkalpen[1]), HAUSMANN gibt sie bei Innsbruck an (Hafelekar 1830 m, nach v. SARNTHEIN). In den bayrischen Alpen fehlt sie. Im Maximum geht *F. varia* bis gegen 2900 m im Puschlav (BROCKMANN); ebenso im Wallis, Pic d'Arzinol.

Mancherlei vikarisierende Formen vertreten den Typus in abgegrenzten Alpengebieten. Wenn schon unsere oben beschriebene Hauptform an ein starres Steppengras mahnt, so ist das in noch erhöhtem Maße der Fall bei der südalpinen Unterart *F. alpestris* Roemer u. Schulthess, welche dickborstliche, fast binsenförmige, starre und stark stechende Blätter besitzt. „In den südlichen Alpen, namentlich im Gebiete des Monte Baldo, sowie in den gegenüberliegenden Bergen im Hintergrund von Vallarsa findet sich ein Gras (*Festuca alpestris*), dessen nach allen Seiten abstehende Blätter nicht nur unverdauliche Bastzellen als eine besondere Schicht, sondern auch reichliche Kieselerde enthalten, infolge dessen sich starr anfühlen und überdies noch in eine feste stechende Spitze auslaufen. Dieses Gras ist nun das bestgehaßte Gewächs der ganzen Gegend und die Hirten suchen dasselbe überall, wo es in größerer Menge auftritt, durch Abbrennen zu vertilgen[2]), da die weidenden Tiere beim Aufsuchen anderer, zwischen den Rasen von *Festuca alpestris* wachsender Pflanzen, oder wenn sie, vom Hunger getrieben die Rasen selbst abfressen, sich die Nüstern so sehr zerstechen, daß sie häufig ganz blutrünstig vom Weidgang zurückkommen. — Bei den Hirten ist die Meinung verbreitet, daß diese Gräser giftig sind, was darauf zurückzuführen ist, daß weidende Tiere, welche der Hunger veranlaßte, die Blätter und Halme abzufressen, bald danach infolge von Entzündungen des Magens zugrunde gingen. Diese Entzündungen waren aber gewiß nicht durch ein Gift veranlaßt, sondern sind Folge einer mechanischen Reizung von seiten der verschluckten „Blattstücke" (KERNER, Pflanzenleben I, S. 417). Die *F. alpestris* geht vom Monte Baldo, dem Vallarsa- und Livinallongotal zum Schlern, nördlich bis zum oberen Drautal, östlich bis in das südwestliche Kärnthen.

Eine auf Alpenwiesen Krains und Kärntens, und des cilicischen Taurus beschränkte Rasse des Buntschwingels ist die var. *calva* Hackel, während die *pungens* Kitaibel in Krain, Kroatien, Herzegowina und Montenegro verbreitet ist; andere Formen (*scabriculmis*, *cenisia*, *flavescens*) sind auf die Westalpen beschränkt.

Der ganze Formenschwarm des Buntschwingel-Typus fehlt dem Norden und ist nur auf den eurasischen Gebirgen von den Pyrenäen durch die Alpen, Italien und die Balkanländer und Kleinasien verbreitet, also wohl ein mitteleuropäisch-alpines Element, ein Produkt dieser Gebirgsländer, und zwar seines stark xerophytisch ausgebildeten Charakters wegen mit Schwergewicht auf dem trocknern Südabhang.

---

[1]) Immerhin gehören nach HACKEL die niederösterreichischen und oberösterreichischen, sowie die nordsteirischen Exemplare sämtlich der Varietät *brachystachys* an, welche der *Festuca pumila* var. *rigidior* sehr nahe steht, und von dieser nur durch schmälere Ährchen und undeutlich zugespitzte Deckspelzen verschieden ist!

[2]) Ebenso verfahren nach J. BRAUN die Hirten auf den Gneißbergen des Sottocenere im Tessin mit den Beständen der ihnen verhaßten *Festuca spadicea*.

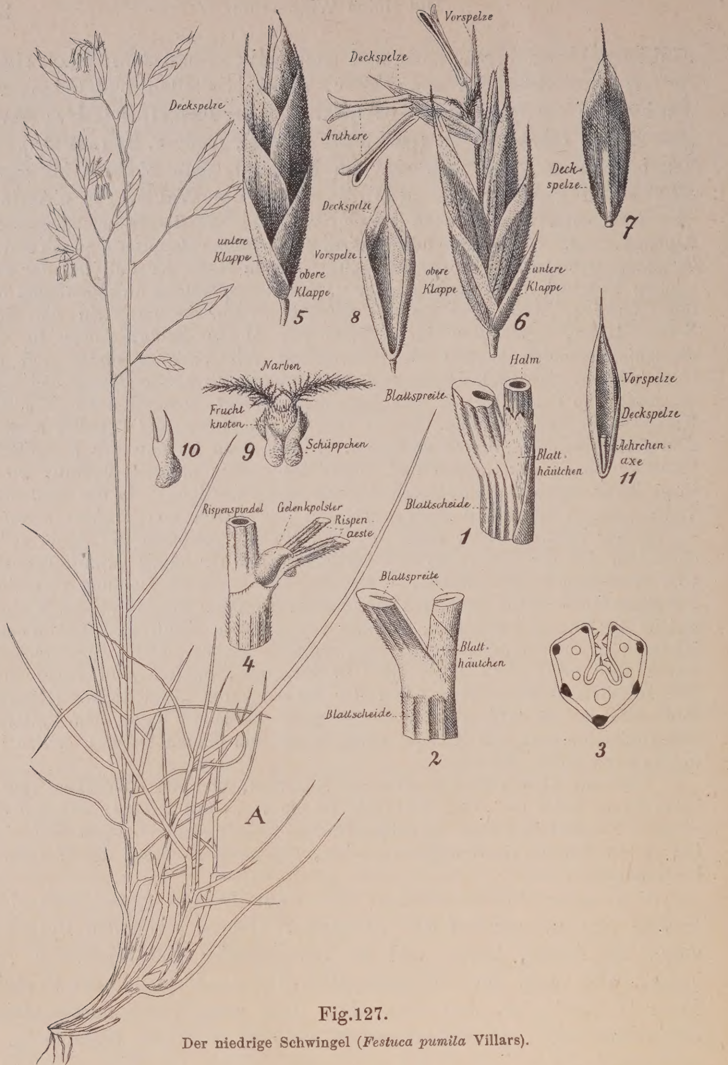


Fig.127.

Der niedrige Schwingel (*Festuca pumila* Villars).

A. ($^{1}/_{1}$). Teil eines blühenden Horstes. 1. ($^{10}/_{1}$). Mittelstück eines Halmblattes mit dem langen Blatthäutchen. 2. ($^{10}/_{1}$). Dasselbe von einem Laubtriebblatt; die Spreite borstlich zusammengefaltet. 3. ($^{80}/_{1}$). Querschnitt durch die Spreite eines Laubtriebblattes. Das Hartgewebe (Sklerenchym, Bastbelege) ist auf getrennte Bündel beschränkt (Unterschied vom Buntschwingel, mit zusammenhängender Lage von Hartgewebe!). 4. ($^{25}/_{1}$). Basis der Rispenäste. 5. ($^{4}/_{1}$). Ein Ährchen vor der Blüte. 6. ($^{4}/_{1}$). Ährchen in Blüte. Die stäubenden Antheren befinden sich direkt über der Narbe, so daß in diesem Falle die Selbstbestäubung unvermeidlich scheint. 7. ($^{4}/_{1}$). Deckspelze vom Rücken gesehen, eine deutliche Zuspitzung zeigend. 8. ($^{4}/_{1}$). Spelzenpaar von der Vorspelze aus gesehen. 9. ($^{8}/_{1}$). Die Blüte allein, nach Entfernung der Staubgefäße. 10. ($^{10}/_{1}$). Ein Schüppchen (Lodicula). 11. ($^{4}/_{1}$). Scheinfrucht von der Vorspelze aus. (Nach der Natur von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Der niedrige Schwingel (*Festuca pumila* Villars, Fig. 127).

Nahe verwandt mit dem Buntschwingel ist der niedrige Schwingel. Er bildet wie jener einen dichten Horst mit lauter umscheideten Trieben; aber sie sind viel niedriger (nur 10—20 cm hoch), die borstlich zusammengefalteten Blätter sind weicher, nicht stechend und zeigen unterbrochenen Sklerenchymbelag (Fig. 127, 3). Das Blatthäutchen ist auch hier lang (Fig. 127, 1), zum Unterschied von den feinblättrigen Schafschwingeln; die Rispe ist kürzer und steifer, und die Deckspelzen sind deutlich zugespitzt (Fig. 127, 7); die Ährchen sind breiter und lebhafter violett gefärbt, bei dem seltenen Albino (var. *flavescens* Gaudin) gelb.[1]) Die Pflanze blüht mittelfrüh bis spät; bei 1800 m (Fürstenalp) Mitte Juli bis Anfang August.

Dieses Gras ist eines der verbreitetsten Alpengräser ungedüngter Bestände von der Baumgrenze bis über die Schneegrenze: auf der Weide, auf Mähdern und Weideplätzen, an steinigen Hängen und Gräten, auf Felsschutt und auf kompaktem Fels, auf allen geologischen Unterlagen, immerhin mit etwelcher Bevorzugung kalkreicher Böden. Es bildet einen häufigen Bestandteil der Milchkrautweide, der Horstseggenhalde und besonders des Polsterseggenrasens (*Carex firma*). Im Schutt bilden seine mächtigen, aus Tausenden von Trieben zusammengesetzten und durch 40 cm lange, reiche Wurzelbüsche verankerten Horste oft die ersten Ansatzpunkte des Rasens.

Seine Höhenverbreitung erstreckt sich in den Schweizeralpen von 1250—3300 m; es wurde vom Verfasser am Théodulpaß in dieser Höhe konstatiert; in Bünden bis zum Gipfelgrat des Einshorns bei Hinterrhein, nach Steiger, in 6—8 cm hohen Exemplaren; die Hauptregion ist 1800—2800 m; in den bayerischen Alpen geht es von 1650 bis 2584 m (Hegi), in Tirol von 1900 m bis 2758 m, am Signalkopf am Stilfserjoch (v. Sarnthein).

Die Gesamtverbreitung zeigt uns den niedrigen Schwingel als verbreiteten Rasenbestandteil von den Pyrenäen über die ganze Alpenkette und den Jura bis nach Siebenbürgen, den Karpathen, Dalmatien, Korsika und Rumelien; also ein Erzeugnis der mittel- und südeuropäischen Gebirge, wohl vor allem der Alpen.

Hallers Schwingel und Gemsenschwingel (*Festuca Halleri* Allioni, Fig. 128 und *Festuca rupicaprina* Hackel, Fig. 129).

[1]) Einen Übergang zum Buntschwingel bildet die Abart var. *rigidior* Mut. mit graugrünen starreren Blättern, welche einen kontinuierlichen Sklerenchymbelag unter der Oberhaut zeigen, während die typische *pumila* (var. *genuina*) lebhaft grüne, schlaffe Blätter und unterbrochenen Sklerenchymbelag hat. (Die Ährchengröße, welche Hackel, Ascherson und Graebner als diagnostisches Merkmal benützt haben, ist nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Volkart, Brockmann und dem Verf. nicht maßgebend.)

Diese beiden Zwerggräser aus der Schafschwingelgruppe zeichnen sich beide aus durch niedrigen Wuchs (6—20 cm hoch), ganz oder doch über die Hälfte geschlossene Blattscheiden an den grundständigen Trieben, fein borstliche, 0,5—0,7 mm dicke Blätter (Fig. 129, A), reduzierte, oft fast traubige Rispe (Fig. 129, A) und 2—3 mm lange Antheren. (Dadurch von *F. alpina* mit nur 1 mm langen Antheren verschieden!) Beide sind verbreitete Bestandteile der höheren Alpweiden (treffliche Weidegräser!), seltener des langhalmigen Mäherasens, gehen aber auch auf Schutt und Felsen als häufige Bestandteile von Gipfel- und Gratfloren. Sie vertreten sich gegenseitig auf den verschiedenen Unterlagen: Hallers Schwingel

a. Von einem kräftigen 17 cm hohen Exemplar von der Spitze des Piz Cotschen 3029 m, Unterengadin, leg. Dr Killias (typisch, 7 nervig).
b. Von einem nur 6 cm hohen Exemplar vom Val Tisch ob. Bergun, leg. Dr. Killias (nur 5 nervig, aber von *rupicaprina* doch durch die stark ausgeprägten Sklerenchymbündel (schwarz!) verschieden (vergl. Fig. 129).
(Nach der Natur von C. S.)

Fig. 128.

Hallers Schwingel (*Festuca Halleri* All.).
Querschnitt durch Laubtriebspreiten.

(mit 4—5 blütigen, 6—7 mm langen, violettbräunlichen, nur leicht bereiften Ährchen, 7 nervigem Blattquerschnitt mit 3 starken Bastbündeln [Fig. 129], und einer Granne, welche länger ist als die Hälfte der Vorspelze) ist eine Bewohnerin kalkarmer Gesteine (Gneiß, Granit, Quarzit, Glimmerschiefer), besonders der zentralen und südlichen Alpenhänge; der Gemsenschwingel (mit 3—6 blütigen, violetten[1]) und stark bereiften Ährchen, 5—7 nervigem Blattquerschnitt mit schwachen Bastbündeln [Fig. 129, 3—5] und einer kurzen Granne) besiedelt Kalk und kalkreiche Schiefer der schweizerischen, tirolischen, Salzburger, Steiermärker, ober- und niederösterreichischen und bayerischen Alpen. Es finden sich aber hin und wieder Formen, die in ihren Merkmalen zwischen den beiden Sippen stehen (*Fest. Hall.* var. *intermedia* Stebler und Schröter).

Beide sind ausgesprochen alpin-nivale Pflanzen der Höhenzone von etwa 1800—2800 m; Maximum 3260 m für *Halleri* am P. Languard, Braun, 3200 m Monte Rosa; 3000 m für *rupicaprina*, Gornergrat; Minimum für *rupicaprina* 1500 m; in den bayerischen Alpen kommt sie von 970 bis 2580 m vor, nach Sendtner; in Tirol findet sich *Halleri* von

[1]) Beim Albino var. *aurata* Stebler und Schröter sind sie hellgelb; der parallele Albino des Hallerschen Schwingels ist bis jetzt nur bei der Abart *decipiens* (Clairv) Asch. u. Gr. als var. *flavescens* Hackel bekannt (Zermatt, Puschlav).

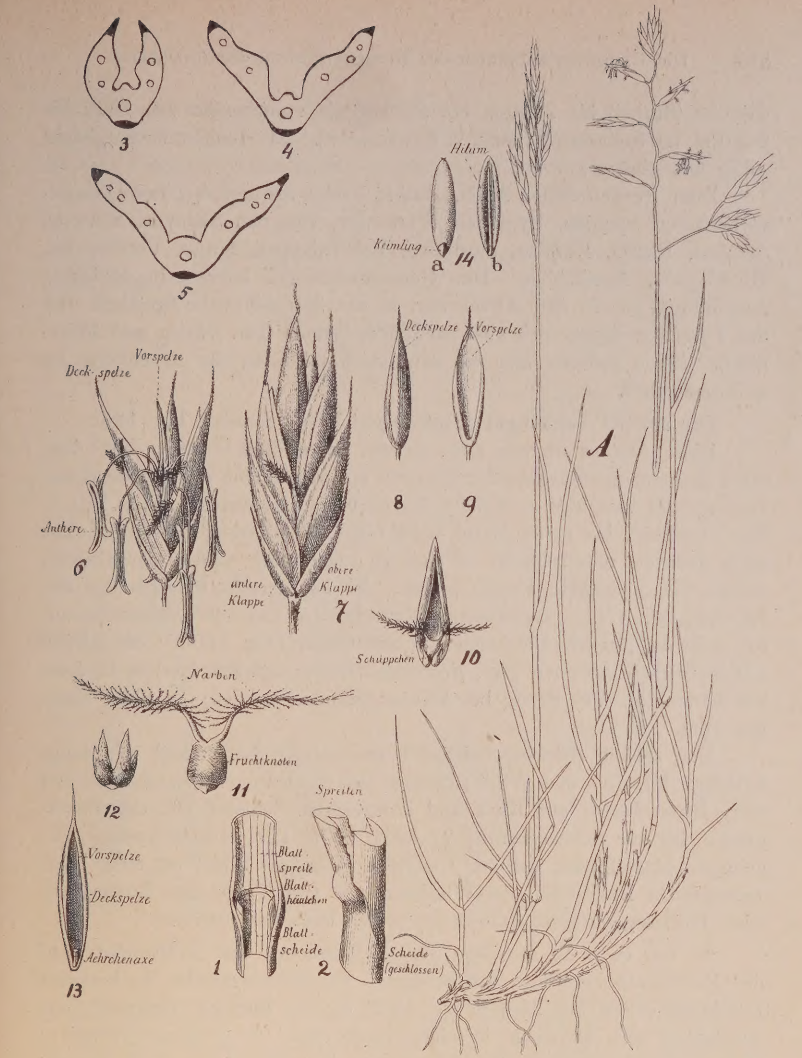


Fig. 129.

Der Gemsenschwingel (*Festuca rupicaprina* Hackel.)

A. (1/1). Stück eines blühenden Horstes, mit einer noch nicht blühenden, zusammengezogenen und einer ausgebreiteten blühenden Rispe; alle Blätter fein borstlich. 1. (8/1). Mittelstück eines Halmblattes mit dem ganz kurzen Blatthäutchen. 2. (8/1). Dasselbe von einem Laubtriebblatt. 3—5. Querschnitte durch Laubtriebspreiten (30/1). Überall sind die schwarz gehaltenen Bastbündel an den Kanten und am Mittelnerv schwach ausgebildet (Unterschied von *Festuca Halleri*, Fig. 128); es wechselt dagegen die Zahl der Nerven. 3. Typisches Blatt mit 5 Nerven (Fürstenalp bei Chur 1800 m). 4. Atypisches 6nerviges Blatt von einem besonders üppigen Exemplar von ebenda. 5. Noch mehr abweichendes, 7nerviges Blatt von einem auf fettem Boden kultivierten Exemplar. 6. (5/1). Blühendes Ährchen: Die Staubbeutel werden sofort nach dem Hervortreten hängend, lassen also ihren Pollen nicht auf die Narbe derselben Blüte fallen. Fremdbestäubung ist begünstigt. 7. (5/1). Ährchen nach der Blüte. 8. (5/1). Deckspelze vom Rücken. 9. (5/1). Spelzenpaar von der Vorspelze aus gesehen. 10. (5/1). Vorspelze mit Stempel und Schüppchen. Die federförmigen Narben spreizen. 11. (10/1). Stempel; der Fruchtknoten ist kahl. 12. (10/1). Die beiden Schüppchen. 13. (5/1). Scheinfrucht von der Vorspelze aus. 14. (5/1). Echte Frucht (Caryopse), a. vom Rücken, mit dem Keimling, b. von der Bauchseite mit dem Samennabel. (N. d. Nat. v. C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

1900 m (Stubai) bis 2700 m am Stilfserjoch, *rupicaprina* von 1600 bis 2550 m im Sellraintal (nach v. SARNTHEIN). Sie blühen beide gleichzeitig mit *Festua pumila*.

Dem Norden fehlen beide, *Halleri*[1]) zeigt die umfassendere Gesamtverbreitung: Spanien, Pyrenäen, Westalpen, Piemont, Savoyen, Schweiz, Südtirol, Italien, Korsika, Sardinien, Balkanländer, Kreta, Vorderasien, Himalaya[2]), Nordafrika. Der Gemsenschwingel kommt in typischer Ausbildung nur in den Alpen vor; in der Sierra-Nevada Spaniens und den Pyrenäen finden sich zwei verwandte Rassen (var. *frigida* und *Miègevillei*). Beide gehören also zu den Eigenprodukten der Alpenkette im weiteren Sinne.

Der schöne Schwingel (*Festuca pulchella* Schrader, Fig. 130).

Diese *Festuca* ist von allen andern Arten ihrer Gattung durch ihre stark zusammengedrückten Ährchen mit etwas gekielten und grannenlosen Deckspelzen verschieden, welche durchaus an *Poa* erinnern. (Fig. 130, 5). Das stattliche, bis einen Meter hohe Gras bildet kriechende Ausläufer; auch dadurch unterscheidet es sich von fast allen alpinen Schwingeln, welche dichtgedrängte Horste bilden. Es hat gerollte Knospenlage der Laubblätter, völlig geschlossene Blattscheiden und schön dunkelbraunrot gefärbte, zierlich überhängende laxe Rispen (Fig. 130 A); der Albino mit gelblichen Ährchen (var. *flavescens* Stebler und Schröter) ist bis jetzt nur einmal im Val Sertig bei Davos gefunden worden; es blüht ziemlich spät.

Der schöne Schwingel ist ein verbreiteter Bestandteil des langhalmigen Mähder- und Wildheurasens auf frischem, etwas steinigem und mergeligem Boden auf Kalk und kalkreichem Schiefer von der Baumgrenze bis zur Schneegrenze; er fehlt völlig auf dem kalkarmen Urgebirge. Das üppige, saftige, treffliche Mähegras bildet oft einen hervorragenden Bestandteil des Wildheurasens vom Typus des Rostseggen- oder Horstseggenrasens (*Carex ferruginea* oder *sempervirens*).

So war es z. B. auf dem steilen Westhang der „Käshalde“, auf der Fürstenalp bei Chur, auf bindigem Verwitterungsboden kalkreichen Bündnerschiefers bei 2030 m zu 10,27 $^0/_0$ im Bestand vertreten; am Nordabfall des Montalin in einer Runse mit 58 $^0/_0$ *Carex ferruginea* bildete *Festuca pulchella* 2,88 $^0/_0$, neben *Sesleria coerulea* und *Festuca*

---

[1]) Die *Festuca Halleri* zerfällt in eine Anzahl von Rassen: var. *stenantha* in Steiermark, Kärnten, Friaul, Krain, Bosnien und Dalmatien; *levis* in den Seealpen; *dura* in Steiermark, Kärnthen, Salzburg, Tirol, Bormio, und *decipiens* in den südwestlichen und zentralen Alpen.

[2]) Es ist *F. Halleri* die einzige Alpenpflanze, welche außer in den Alpen und Pyrenäen nur noch im Himalaya vorkommt. Frl. JEROSCH gründet auf diese Tatsache ihr „Himalaya-Element“. ASCHERSON und GRAEBNER setzen ein Fragezeichen zu der Angabe Himalaya.

violacea; auf dem Kalk des Brienzergrats bildete es in einem Horstseggenbestand (*Carex sempervirens*) 3,82 % des Rasens, neben *Phleum Michelii, Festuca violacea, Sesleria coerulea* u. a. (St. u. Schr., Alpenfutterpfl.).

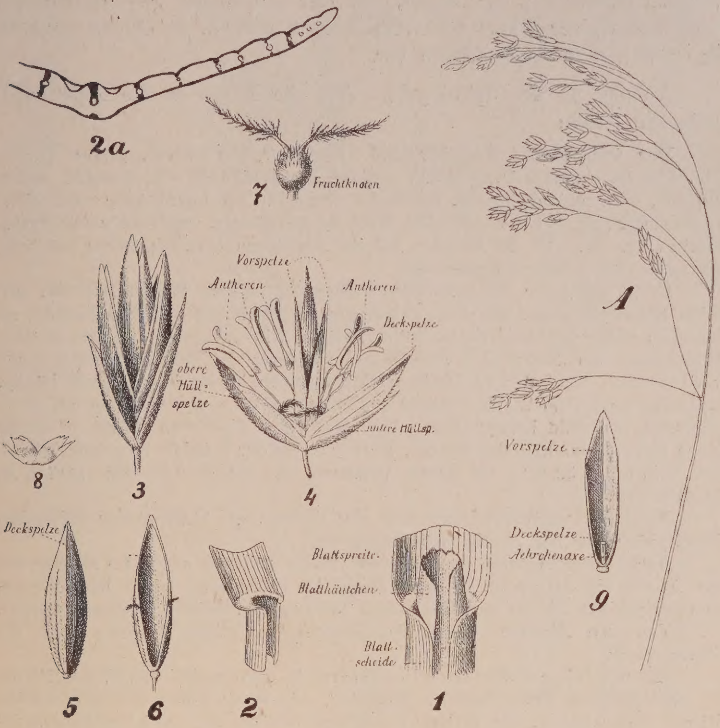


Fig. 130.

Der schöne Schwingel.
(*Festuca pulchella* Schrader.)

A. Rispe vor dem Blühen, nickend. 1. ($^6/_1$). Mittelstück eines Halmblattes mit dem langen Blatthäutchen. 2. ($^4/_1$). Dasselbe von einem Laubtriebblatt, mit der horizontal kragenartig abstehenden Scheidenmündung; ein Blatthäutchen fehlt hier. 2a. ($^{20}/_1$). Querschnitt durch die flach ausgebreitete Halmblattspreite. 3. ($^5/_1$). Ährchen vor der Blüte. 4. ($^5/_1$). Ährchen in voller Blüte; Staubfäden sehr kurz, Selbstbestäubung wahrscheinlich. 5. ($^5/_1$). Deckspelze vom Rücken gesehen; sie ist gekielt, d. h. der Mittelnerv bildet einen scharfen Grat (also *Poa*-ähnlich!). 6. ($^5/_1$). Spelzenpaar von der Vorspelze aus, nach der Blüte; links und rechts schauen noch die Spitzen der eingeklemmten Narben heraus. 7. ($^{10}/_1$). Stempel; Fruchtknoten behaart. 8. ($^{10}/_1$). Die zwei verwachsenen Schüppchen. 9. ($^5/_1$). Scheinfrucht.

(Nach der Natur. A von L. S., 1—9 von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Seine Hauptregion liegt in den Schweizeralpen zwischen 1800 und 2500 m (Minimum 1500 m Schrattenstock, Maximum 2650 m auf dem Piz Albula), in den bayerischen Alpen zwischen 1625 und 2240 m (Hegi);

in Tirol ist er von 1500 m (Ahrntal) bis 2730 m (Gschnitztal) konstatiert (v. Sarnthein).

Festuca pulchella gehört zu dem endemisch-alpinen Element, zu den „Charakterpflanzen" der Alpen, die hier entstanden und deshalb ein Ausdruck alpiner Natur sind. Es kommt außer in den Alpen nur noch im Jura und in Siebenbürgen vor.

Anhang zu den Schwingeln. Aus der Ebene in die Alpen aufsteigende Arten:

Der trügerische Rotschwingel (*Festuca rubra* L. var. *fallax* Thuill., Fig. 131) ist charakterisiert durch niedere, kleine Horste mit wenigen hohen Halmen, extravaginale Triebe, borstliche grundständige Laubblätter und offene Halmblätter (Fig. 131, A u. 1—4). Die Rispe ist schmächtig, wenig-ästig und wenigblütig (Fig. 131, B, C); die Ährchen bei der Alpenform (var. *nigrescens* Lamarck) aus grün nnd grauviolett gescheckt.

Es ist eines der verbreitetsten Gräser der alpinen Wiesenbestände, auf allen Bodenarten, auf Weiden, Fettwiesen, Mähdern und Wildheuplanken, an sonnigen und schattigen Lagen, auf trockenem wie auf nassem Boden, in allen Höhenlagen bis 2760 m (Piz Padella bei Samaden; in Tirol bis 2000 m (nach v. Sarnthein). Auf der typischen vielbegangenen Weide ist es oft so häufig, daß seine nach dem Weiden stehen gebliebenen Halme, in der Sonne wie Stroh glänzend, das Bild beherrschen. Auf gedüngten Alpwiesen bildet es häufig einen Hauptbestandteil des Rasens: so war es auf der Riffelalp oberhalb Zermatt bei 2227 m zu 52,10 % im Rasen vertreten, am Handeckfall bei 1417 m zu 34,38 % usw.

Es ist ein weitverbreitetes Gras der Ebenen und Gebirge der nördlichen Hemisphäre (aus der Arktis nicht angegeben).

Auch einige Abarten des Schafschwingels (*Festuca ovina* L.) steigen aus der Ebene bis zu großen Höhen. Dieselben sind durch lauter borstlich zusammengefaltete Blätter mit ganz kurzen, geöhrten Blatthäutchen charakterisiert.

Von den Abarten dieses Schafschwingels gehen folgende über die Baumgrenze:

Der niedrige Schafschwingel (F. o. L. var. *supina* Schur) mit bis ca. $^1/_3$ geschlossenen Blattscheiden, niedrigen, 12—30 cm hohen Halmen, kurzen Rispen und kleinen, oft viviparen Ährchen (Pilatus auf dem Tomlishorn bei 2170 m, Avers usw.).

Der härtliche Schafschwingel (F. o. L. var. *duriuscula* Koch, subvar. *genuina* Godr., Fig. 132, B) hat 0,7—0,8 mm dicke, glatte, rein grüne Blätter. Er ist ein Bewohner des Übergangs vom Rasen zur Felsflora wie *Festuca varia*, und mischt sich oft der Buntschwingelhalde bei (Sassal Masone am Bernina 2100 m, Heutal 2300 m usw.). Die hierher gehörige forma *curvula* Gaudin, mit kurzen, gekrümmten Blättern, ist nach Kulturversuchen von Brockmann eine bloße Standortsform (mündliche Mitteilung).

Der dickblätterige Schafschwingel (F. o. L. var. *duriuscula* Koch, subvar. *gracilior* Hackel) mit 0,6—0,7 mm dicken Blättern, aufrechter, steifer, zusammengezogener Rispe und häufig unterbrochenem Sklerenchymring ebenfalls felsenliebend.

Diese drei Formen gehören zu den „ungefurchten" Schafschwingeln. Auf dem Querschnitt durch eine Laubtriebspreite sieht man eine kontinuierliche Schicht von Hartgewebe (Bastring, Sklerenchymring) unter der Epidermis durchziehen. Beim Eintrocknen bleiben infolgedessen die Seiten der Spreiten

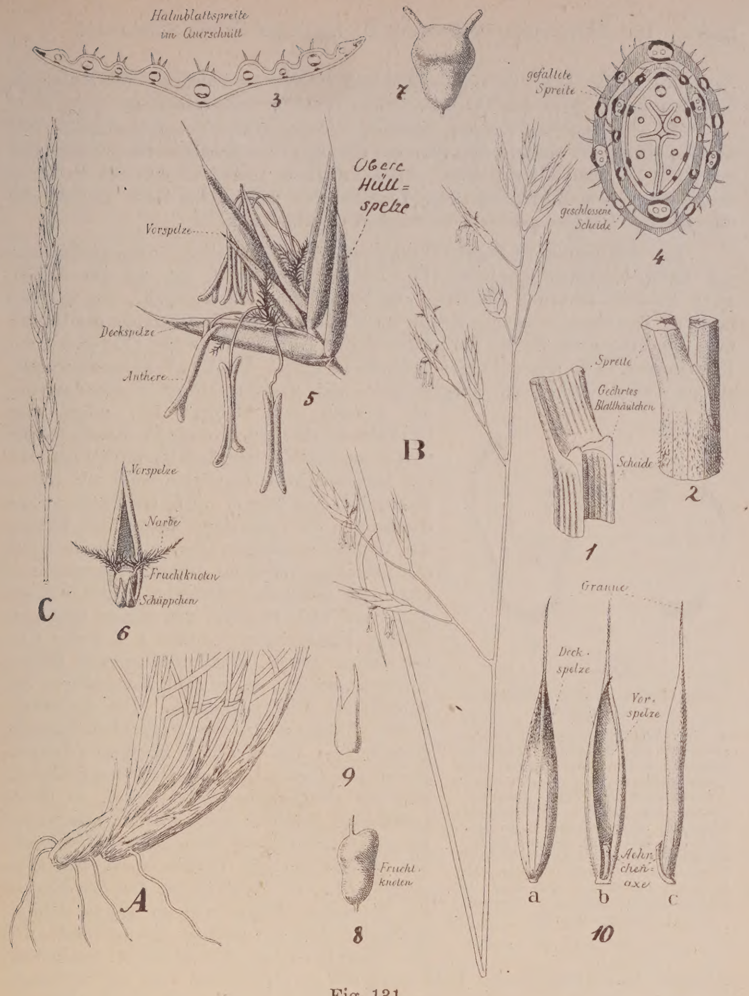


Fig. 131.

Der trügerische Rotschwingel (*Festuca rubra* L. var. *fallax* Thuillier.).

A. ($^{1}/_{1}$). Unterer Teil einer Pflanze; Wuchs horstbildend, Ausläufer fehlen (Unterschied vom echten Rotschwingel!). B. ($^{1}/_{1}$). Rispe in Blüte (ausgebreitet!). C. Rispe vor der Blüte (zusammengezogen!). 1. ($^{6}/_{1}$). Blatthäutchen eines Halmblattes; es ist links und rechts in gewimperte „Öhrchen" vorgezogen. 2. ($^{6}/_{1}$). Blatthäutchen eines Laubtriebblattes (ungeöhrt). Man sieht an den oben sichtbaren Querschnitten durch die Blätter, daß dieselben borstlich zusammengefaltet sind. 3. ($^{25}/_{1}$). Querschnitt durch das offene, flach ausgebreitete Halmblatt. 4. ($^{25}/_{1}$). Querschnitt durch den mittleren Teil eines Laubtriebes; außen herum liegen 2 völlig geschlossene Blattscheiden (schraffiert); die Mitte nimmt eine zusammengefaltete Spreite ein (oben liegt der Mittelnerv derselben). Die schwarzen Halbmonde bezeichnen die „Bastbelege", welche als schützende Sicheln von Hartgewebe die Gefäßbündel umgeben. 5. ($^{5}/_{1}$). Blühendes Ährchen; beim Öffnen der Spelzen fallen die schweren Staubgefäße, die an zarten Fäden aufgehängt sind, gleich nach unten, und öffnen sich erst in dieser Lage; der durch den Wind herausgeschüttelte Blütenstaub gelangt also eher auf die Narbe einer fremden Blüte, als auf die darüber liegende Narbe derselben Blüte. 6. ($^{5}/_{1}$). Vorspelze mit Schüppchen und Fruchtknoten, mit den 2 federförmigen, spreizenden Narben. 7. ($^{10}/_{1}$). Fruchtknoten, kahl (Narben abgeschnitten). 8. ($^{10}/_{1}$). Dasselbe, von der Seite gesehen. 9. Schüppchen. 10. Die Scheinfrucht (bespelzte Caryopse, a. von der Deckspelze aus; b. von der Vorspelze aus; c. von der Seite gesehen). (Nach der Natur: A, B u. C von L. S., 1—10 von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

flach (Fig. 132). Doch ist dieses Merkmal nicht ganz konstant; bei Kultur in feuchten Boden wird der Sklerenchymring unterbrochen (Hackel).

Bei einer zweiten Gruppe dagegen, den gefurchten Schafschwingeln, sind nur am Mittelnerv und in den Rändern Gruppen von Hartbastzellen vorhanden, der Ring ist also unterbrochen. Beim Trocknen sinkt das Gewebe zwischen denselben ein und bildet so eine Längsfurche, welche die Seite der Spreite durchzieht. Hierher gehören die folgenden zwei Arten:

Der **Walliser-Schwingel,** *Festuca vallesiaca* Schleicher, ein Schafschwingel mit unterbrochenem Bastbeleg (Fig. 132, A), haarfeinen, 0,4—0,6 mm dicken, stark bläulich bereiften Blättern, extrem xerophytisch angepaßt, ein weitverbreiteter Bewohner trockener Hänge im Wallis von der Felsensteppe des Haupttales bis hinauf zur Facies der „Alpensteppe“ von Findelen bei 2130 m, an der Baumgrenze. Die alpine Region erreicht er nicht. Da die „Walliserschwingelsteppe“ aber ein scharf ausgeprägter und weitverbreiteter Bestandestypus der Ebenen und Gebirge ist, möge eine Schilderung dieser interessanten Bestände, bei 2120 m am Südhang des Findelentals bei Zermatt, auf humusreichem, lehmigem Sand mit 1,71 % Kalkgehalt hier folgen. „Auf der Trockenwiese dominieren die graulichen, kompakten Büsche des Walliserschwingels (*Festuca vallesiaca*) und des Schlangenwegerichs (*Plantago serpentina*): erstere aus zahllosen haarfeinen, langen Blättern bestehend und überragt von vielen steif aufrechten Fruchtrispen; letztere aus vielen Einzelrosetten starrer, dicklicher, linealer Blätter zusammengesetzt, lange zähe Fruchtähren auf gebräunten Stielen tragend. Die Zwischenräume füllen zahlreiche trockenheitsliebende Gräser aus: die zierliche Koelerie (*Koeleria gracilis*), Boehmers Lieschgras (*Phleum Boehmeri*) und das Zwiebelgras (*Poa bulbosa*), in dichtgedrängten Büschen seine knöllchentragenden Rispen hervorbringend, dazwischen Kriechtriebe des schmalblättrigen Wiesenrispengrases (*Poa pratensis* L. var. *angustifolia*), das den Einfluß der intensiven Alpensonne an seinen dunkelgefärbten Ährchen deutlich genug verrät, den der Trockenheit an seinen schmal zusammengelegten Laubtriebblättern. Bald herrschen die Gräser vor, bald der Schlangenwegerich. Durch starke Behaarung schützen sich gegen die Trockenheit die auch oberseits graulich-filzige Abart des haarigen Habichtskrauts (*Hieracium pilosella* L. var. *incanum*) und der behaarte Schotenklee (*Lotus corniculatus* var. *villosus*). Einen bunten Blütenschmuck bieten 2 Nelken (*Dianthus atrorubens* und *inodorus*), der schweizerische Schotendotter (*Erysimum helveticum*) mit dem leuchtenden Gelb seiner Kreuzblumen, das großblumige Sonnenröschen (*Helianthemum chamaecistus* var. *grandiflorum*), das alpine Berufskraut und die Alpenaster (*Erigeron alpinus* und *Aster alpinus*); an die Steine schmiegen sich die kugligen, spinnwebig behaarten Rosetten einer rotblühenden Hauswurz (*Sempervivum arachnoideum*). Truppenweise marschieren wie stramme Soldaten in steifer Haltung die Häufchen des Alpen-Augentrostes auf (*Euphrasia alpina*). Die meisten Arten haben freilich (am 1. August) ihre Fruchtreife schon er-

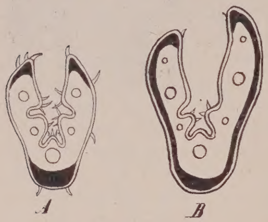


Fig. 132.

Der härtliche und der Walliser-Schwingel.

A. Der Walliser-Schwingel (*Festuca ovina* L. ssp. *vallesiaca* Schleicher. Querschnitt durch die Spreite eines Laubtriebblattes, mit unterbrochenem Hartgewebe (schwarz!) (Branson, Wallis, leg. Favrat). B. Härtlicher Schwingel (*Festuca ovina* L. subspec. *duriuscula* Koch var. *genuina* Hackel) mit ringsherum reichendem, ununterbrochenem Hartgewebe (Canciano-Alp, Puschlav, im *Festuca varia*-Rasen bei 2150 m, leg. Brockmann). (Nach der Natur von C. S.)

reicht: auffallend sind namentlich die reichlich auftretenden, wild zerzausten Fruchtperücken vom Hallers Windröschen (*Anemone Halleri*), einer seltenen südalpinen Art; in dunkelm Sepia leuchten die zierlich umsternten Fruchtdöldchen des alpinen Hasenohrs (*Bupleurum ranunculoides*). Unter dem Tritt des Wanderers rauschen und rascheln saftlose Blätter und dürre Fruchtstengel; wir sind in der Steppe! zwischen den einzelnen Pflanzenbüschen ist überall der nackte Boden sichtbar. Es ist eine hochinteressante Mischung der Steppe und Alpenweide, „Alpensteppe" könnte man es nennen. Den Zeddel bilden eine Anzahl südlicher, ausdauernder, trockener Gräser, im Einschlag erscheinen typische Alpenblumen." Es ist mit anderen Worten die Bestandesform, in welcher die Steppe in den Alpen auftritt.

Diese trockenen, ertragsarmen Alpensteppen werden unter dem Einfluß der Bewässerung in saftige Futterwiesen umgewandelt: „die Szene verändert sich unter der Herrschaft des Wässerwassers mit einem Schlag! Verschwunden sind die zähen Gräser, verschwunden der Schlangenwegerich, die Aster, die *Anemone*, das *Erigeron*, die *Semperviven* und *Euphrasien*, *Helianthemum*, *Dianthus*, *Erysimum* und *Biscutella*.

Die Stelle der verdrängten Steppengräser nehmen saftige Futtergräser der Ebene, der subalpinen und alpinen Region ein: der Goldhafer, das Knaulgras, das gemeine Straußgras, das Alpenlieschgras und Alpenrispengras (*Trisetum flavescens*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis vulgaris*, *Phleum alpinum* und *Poa alpina*). An Stelle der niedrigen, schmal- und wenigblätterigen Kräuter treten hohe, reichbeblätterte, üppige, saftige Stauden: Bärenklau, Waldstorchschnabel, rautenblättrige Glockenblume, Sauerampfer, Taumantel (*Heracleum sphondylium*, *Geranium sylvaticum*, *Campanula rhomboidalis*, *Rumex acetosa*, *Alchimilla vulgaris*); der hartstenglige Bergklee wird verdrängt durch treffliche Futterleguminosen: den alpinen Braunklee, den Weiß- und Rotklee (*Trifolium badium*, *repens* und *pratense*). Unter den Korbblütlern sehen wir die Wucherblume, den Löwenzahn, den Bocksbart, und namentlich häufig, oft dominierend, die sägeblättrige Abart des rauhen Milchkrautes (*Chrysanthemum vulgare*, *Taraxacum officinale*, *Tragopogon major*, *Leontodon hispidus* var. *hyoseridifolius*) die Stelle der Erigeron- und Alpenastern einnehmen; an Stelle des Schlangenwegerichs tritt der mittlere (*Plantago media*), an Stelle der betonicablättrigen die kugelköpfige Rapunzel (*Phyteuma orbiculare*), deren braune Fruchtköpfchen stellenweise das Bild beherrschen, kurz: „die schöne Romantik der Wildnis wird verdrängt von der Prosa nützlicher Kultur."[1])

Mit dem Walliserschwingel nahe verwandt ist der gefurchte Schwingel (*Festuca vallesiaca* Schleicher, subspec. *sulcata* Hackel), durch höhere Halme (bis 65 cm), dickere unbereifte Blätter und größere Rispe verschieden, namentlich in den Ostalpen auftretend (Engadin, bayrische Alpen, Österreich, bis Dalmatien, Bosnien und Montenegro.

Endlich steigt bis zur Baumgrenze und wenig darüber noch der Wiesenschwingel (*Festuca pratensis* Hudson), charakterisiert durch gerollte Knospenlage, kurzes Blatthäutchen, große, 8—12 mm lange Ährchen mit weißberandeten Deckspelzen, meist ohne Grannen,[2]) frische bis nasse Lagen liebend,

---

[1]) Siehe St. u. Schr. Über den Einfluß des Bewässerns auf die Zusammensetzung der Grasnarbe der Wiesen. — Landw. Jahrb. der Schweiz, Bd. I, 1887 Seite 163—166.

[2]) Nur die Rasse *apennina* Hackel (in den Alpen am Col di Tenda, sonst südlich und siebenbürgisch) hat Grannen, die länger sind als die Hälfte der Deckspelze.

namentlich auf gedüngten Wiesen und Lägern hoch ansteigend (auf letztern in der gut charakterisierten var. *megalostachys* Stebler): Wallis 2000 m, Churer Ochsenalp bei Arosa 1960 m, Fürstenalp, Pontresina 1800 m, St. Galler Alpen 1600 m, bayrische Alpen 1440 m, Tirol 1500 m (Innervillgratten, nach v. Sarnthein), Schneeberg bei Wien 1400 m. Die Pflanze ist ein typisch sylvestres Element, das in ganz Europa (bis 66° NB) und im gemäßigten Asien zu Hause ist.

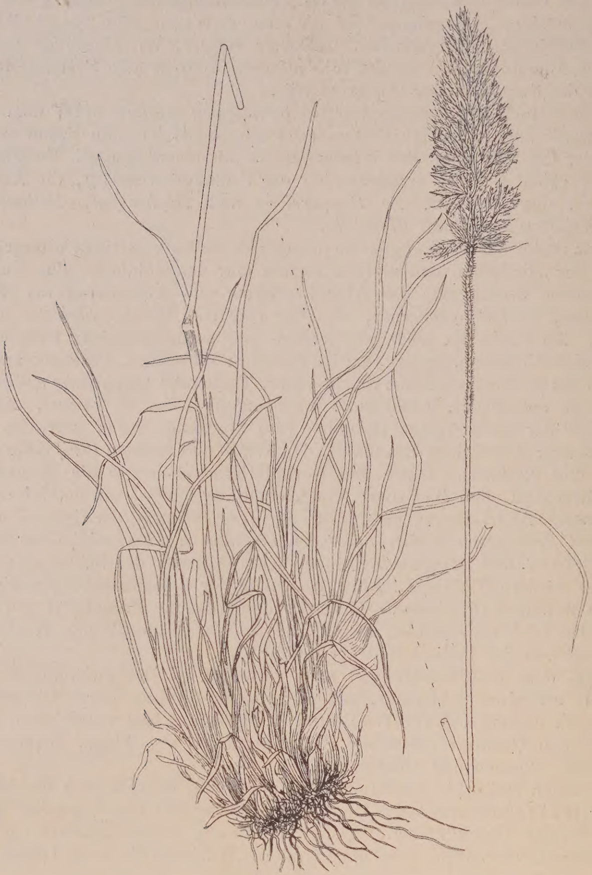


Fig. 133.
Die behaarte Koelerie (*Koeleria hirsuta* Gaudin, nat. Größe.).
Blühendes Exemplar aus dem Eginental, Kt. Wallis, leg. A. Favrat. (Nach der Natur von L. S.)

§§§ 7. Die Schillergräser (*Koeleria*).

Das haarige Schillergras (*Koeleria hirsuta* Gaudin, Fig. 133) ist von allen andern Alpengräsern durch den oberwärts dicht zottig-filzigen

Halm und die purpurviolette (beim Albino lusus *pallida* Kneuck blaßgelbe, Furka, Val Bavona, St. Bernardino) ebenfalls dicht filzig behaarte eiförmige Ährenrispe[1]) leicht zu unterscheiden. Es ist eine ausgesprochen alpine spätblühende Rasenpflanze, welche etwa zwischen 1700—3150 m (am Monte Rosa, Schlagintweit; 2820 m in Bünden an der Cima di Carten, Puschlav, Braun, 2840 m in Pfossental in Tirol, v. Sarnthein) auf Mähdern, Wildheuplanken, Humuspolstern, aber auch auf der Schafweide und auf Fels vom Monte Rosa bis Tirol sich findet, als eine ausgesprochen endemischalpine Art.[2])

Sie wird in den Westalpen durch die zartere *K. brevifolia* Reuter, in den Ostalpen durch die viel kräftigere *K. eriostachya* Pançiç vertreten. Auch *K. vallesiana* Asch u. Gr. und *K. gracilis* Persoon steigen bis in die alpine Region auf.

§§§ 8. **Das Borstgras**[3]) (*Nardus*[4]) *stricta* L., Fig. 134—136).

Wer spät im Jahr, gegen das Ende der Weidezeit, eine stark begangene Alpweide durchwandert, dem fallen oft zahlreiche herausgerissene, an der Sonne gebleichte Grasbüschel auf, die auf der Weide herumliegen. Sie stammen vom Borstgras (*Nardus stricta* L.) einem der häufigsten und schlimmsten Unkräuter der Alpweiden.

---

[1]) Der ebenfalls einen filzigen Halm besitzende Ährenhafer (*Trisetum spicatum*) hat eine kahle Ährenrispe.

[2]) Christ u. Frl. Jerosch geben *K. hirsuta* auch aus dem arktischen Sibirien an. Herr Dr. K. Domin in Prag, der eine umfassende Monographie der Gattung vorbereitet, schreibt mir freundlichst hierüber: „Die *Koeleria hirsuta* kommt nur in Europa vor; Alles, was ich unter dem Namen *K. hirsuta* aus Sibirien gesehen habe, ist *Koeleria asiatica* Domin, eine zwar verwandte, aber durch mehrere wichtige Merkmale verschiedene Art, die im arktischen Sibirien ziemlich verbreitet scheint."

[3]) Seiner großen Häufigkeit wegen trägt das Gras zahlreiche Volksnamen: Eisenhaar, Hundshaar, Aeni, Wolf (Schwyz), Natsch oder Nätsch (Uri, Weggis, Küßnacht, Unterwalden, Zug, Zervreila), Glatthänsi (Rheinwald), Soppa (Bünden), Burst oder Burss (Berneroberland, Emmental, Entlibuch, March), Bürstling oder Bürschling (Tirol bei Brixen), Fachs oder Fax (Gadmental, Obwalden, Wassen), Faxä (Meiental), Fachsä (Urseren), Sedong (Valle Maggia, Kt. Tessin), Peù oder Mucic (Livinental), Pai, Pei-de-tzein (Waadt), Tondello (Bergamaskerhirten), Pirschling (Altenau), Falken, Falgen (Allgäu), Hirschhaar (Zillertal, Salzburg), Spitzgras (Berchtesgaden), Wiesenspeik (Linz), Sikst-du oder Stahlgras (Schweden), Nard, Nard raide (Frankreich), Bocksbart (Mecklenburg), Borstel- oder Swynegras (Holland). Siehe Stebler u. Schröter, Das Borstgras. Landw. Jahrb. d. Schweiz II. 1888 S. 139. Dieser Monographie sind auch die meisten folgenden Angaben über *Nardus* entnommen.

[4]) Der Name *Nardus* wurde im Altertum auf verschiedene wohlriechende Wurzeln, in erster Linie von Baldriangewächsen, dann aber auch von Gramineen (*Andropogon nardus* u. a.) angewendet. Von diesen letzteren übertrug Linné den Namen auf eine Grasgattung, in der schließlich nur unsere durchaus nicht wohlriechende Art verblieben ist.

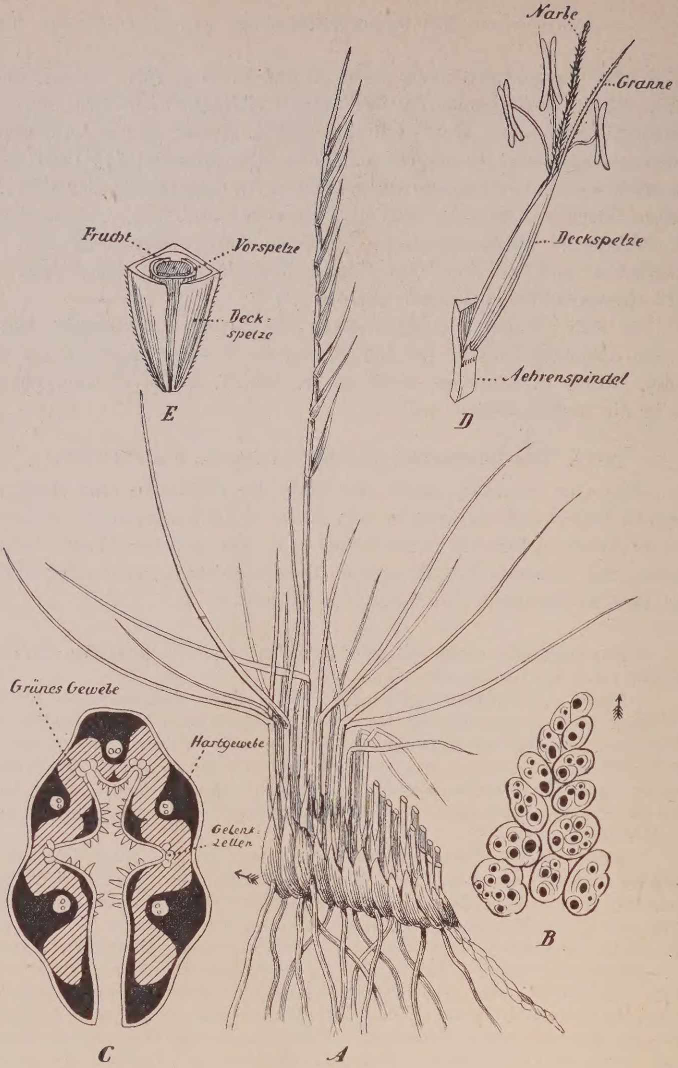


Fig. 134.

Das Borstgras (*Nardus stricta* L.).

A. ($^1/_1$). Ganze Pflanze, einen einseitig in der Richtung des Pfeils fortkriechenden Horst darstellend; links die jüngsten Triebe, rechts das absterbende Anfangsstück der Grundachse. B. ($^2/_1$). Schematischer Querschnitt durch einen Horst; oben sind die jüngsten Triebe. Man sieht, wie mehrere Triebe von gemeinsamer Scheide umhüllt sind. C. ($^{10}/_1$). Querschnitt durch eine Blattspreite; sie ist zusammengefaltet, der Mittelnerv liegt oben. Das Sklerenchym (oder Hartgewebe, schwarz gehalten) ist sehr stark entwickelt. D. ($^2/_1$). Ein blühendes Ährchen, aus einer kleinen Grube der 3seitigen Ährenspindel entspringend; der Rand dieser Grube ist ein kleines gezähntes Schüppchen, schief vorgezogen (das nicht etwa einer verkümmerten Hüllspelze entspricht, sondern ein Tragblatt des Ährchens darstellt). E. ($^5/_1$). Scheinfrucht (d. h. bespelzte Frucht) quer durchschnitten; die Deckspelze hüllt das Ganze nahezu völlig ein. (Nach der Natur von C. S.)

Es hat die dichtesten, festesten Horste unter allen unsern Alpengräsern (Fig. 134). Einer kriechenden unterirdischen Grundachse[1]) entspringen dichtgedrängt die in derbe, glatte, glänzende Scheiden eingehüllten Laub- und Blütentriebe; der Horst wächst einseitig weiter, und wenn die Grundachse sich nicht verzweigt, so entsteht ein bandförmiges, schmales Bündel; hinten sterben die Triebe ab, bleiben aber mit ihren schwer verwitternden Scheiden noch lange erhalten; es sammelt sich Erde zwischen ihnen, sie halten die Feuchtigkeit fest und bieten so häufig den Samen der Wiesenpflanzen ein willkommenes Keimbett. Zuletzt lösen sich die Triebreste völlig von der Scheinachse los, so daß dieselbe als narbiges, holpriges Gebilde das schwanzartige hintere Ende des Horstes bildet (Fig. 134, A). Meist verzweigt sich die Grundachse reichlich, so daß ein rundlicher Horst entsteht. Derselbe setzt sich aus zwei scharf geschiedenen, übereinanderliegenden Teilen zusammen: der untere besteht aus den fest zusammengepackten und parallel nebeneinander verlaufenden Triebbündeln mit ihren bleichen Scheidenblättern, deren zwei unterste als reine spreitenlose Schuppenblätter ausgebildet sind; den oberen Teil bilden die drahtartigen, starren, etwas geschwungenen, graugrünen Spreiten, die sich nach allen Seiten kreuzen. Diese Spreiten sind außerordentlich zäh und derb, stark verkieselt und von dicken Bündeln kräftiger Bastfasern durchzogen (Fig. 134, C). Die Oberhaut zeigt einen ungemein komplizierten Bau.[2]) Der steife, niedrige Halm 10—40 cm, selten 60 cm lang, trägt eine einseitswendige, schmächtige Ähre aus violetten Ährchen, auf zwei Seiten der dreiseitigen Spindel sitzend. Von allen andern Gräsern der Alpen ist das Borstgras durch den Mangel der Hüllspelzen und durch den einfachen (nicht in zwei Narben sich spaltenden) Griffel verschieden.

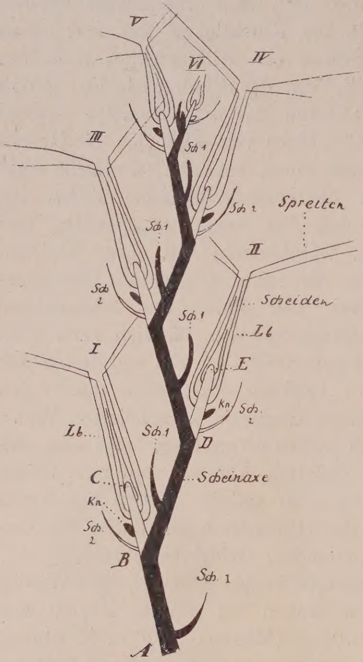
Das Hauptwohngebiet des Borstgrases in den Alpen sind die Weiden und ungedüngten Mähewiesen der montanen bis alpinen Region von 900 bis ca. 2100 m, seltener bis 2500 m (Maxima 2700 m in Stubai, Tirol, v. Sarnthein, und 2900 m am Gornergrat und am Sassal Masone, Puschlav, nach Rübel und Braun). Wo hier der Boden mager, frisch

---

[1]) Es ist eine „Scheinachse“, ein „Sympodium“, nicht durch dieselbe stetig fortwachsende Endknospe gebildet, sondern aus den untersten Stücken sukzessiver zickzackförmig angeordneter Sproßgenerationen gebildet, deren oberer Teil über die Erde tritt (Fig. 135). Die 2 untersten Schuppenblätter jedes Sprosses erzeugen Seitentriebe; der untere übernimmt die Fortsetzung der Scheinachse, der obere bedingt die Verzweigung. Siehe Näheres über diese außerordentlich gesetzmäßige Entwicklungsweise bei Irmisch, Th., Morphologische Mitteilungen über die Verzweigung einiger Monocotyledonen. — Botanische Zeitung Bd. 13. Berlin 1855.

[2]) Vergl. A. Grob, Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. — Bibliotheca botanica, Heft 36. Stuttgart 1896, Taf. I (Arbeit aus d. bot. Mus. d. Polytechnik. in Zürich).

bis trocken bis hitzig, mit einer geschlossenen Narbe bedeckt, humushaltig, nicht zu steil und nicht zu kalkreich ist, da stellt er sich sicher ein! Eine förmliche „Narduswüste“ findet sich häufig da, eine „Borstgraswiese“ oder „Nardetum“, stundenweit sich erstreckend. Vielfach wechselt sie ab mit der Buschvegetation der Heidekräuter und Alpenrosen, so zwar, daß die feuchteren, schattigern und tiefgründigern Lagen



Das Schema stellt ein aus 6 aufeinanderfolgenden Sproßgenerationen gebildetes unverzweigt gebliebenes Stück der Grundachse dar, von oben gesehen. Die Grundachse ist schwarz gehalten; die aufrechten Sprosse, die in die Ebene der Zeichnung heruntergeklappt sind, haben eine weiß gelassene Achse. Jedes gerade Achsenstück stellt eine Sproßgeneration dar (also z. B. das Stück A B C, das Stück B D E u. s. f.). Jeder Sprosse trägt zu unterst ein kurzes Schuppenblatt Sch. 1, dann folgt ein längeres Schuppenblatt Sch. 2, dann die mit abgebogenen Spreiten und langen Scheiden versehenen Laubblätter. In der Achsel des untersten Schuppenblattes entsteht der Seitensproß, der die Fortsetzung der Grundachse besorgt. Er ist aber aus der Achsel der Schuppe herausgerückt, indem er auf eine längere Strecke mit dem Muttersproß verwächst. So ist die zweite Sproßgeneration B D E, welche eigentlich direkt über der Schuppe Sch. 1 abgehen sollte, am Muttersproß A B C bis zum Punkt B hinaufgerückt. In der Achsel des 2. Schuppenblattes entsteht eine Knospe (Kn.), welche der Verzweigung des Horstes dient. Die (schwarz gehaltenen) Fußstücke der sukzessiven Achsengenerationen setzen also die zickzackförmige Scheinachse zusammen, die (weißgehaltenen) Endstücke bilden die oberirdischen Triebe des Rasens. Man denke sich alles nahe zusammengerückt, die beblätterten Triebe aufgerichtet, und man hat einen Nardushorst. (Nach Irmisch und eigenen Beobachtungen von C. S.)

Fig. 135.

Schema der Bestockung von *Nardus stricta.*

vom Vaccinietum, die trockenern, sonnigern und flachgründigern vom Nardetum eingenommen werden. Besonders sind die steinigen, mageren und flachgründigen Gneiß- und Granitalpen, z. B. das Tessin, vom Borstgras heimgesucht; namentlich an Südhängen begleitet der steife Geselle ständig den Wanderer und färbt gegen den Herbst die Weidestrecke gelbbraun, von 900—2300 m, oft gemischt mit dem ebenso verwünschten Heidekraut (s. oben S. 150—151.) Kerner, welcher zuerst diese „Borstgraswiese“ beschrieb, fand sie besonders auf den zentralen Schieferalpen Tirols entwickelt, stundenlang baumlose Flanken und Halden überziehend.

Der Blumenschmuck, der die trostlose Narduswüste einigermaßen belebt, und die begleitenden Gräser sind teils konstante, teils je nach Lage und Boden wechselnde Trabanten. Der dichtrasige Rotschwingel (*Festuca rubra* var. *fallax*) fehlt selten; nur in den obersten Lagen ersetzt ihn *Festuca Halleri* oder *rupicaprina*. Ebenso ständig mischen die Tormentill und das Goldfingerkraut (*Potentilla erecta* und *aurea*) ihre gelben Sternchen den graugrünen Graspolstern bei, und selten fehlen die graulichen Rosetten und raschelnden Blütenköpfchen des Magerkeitszeigers par excellence, des Katzenpfötchens (*Antennaria dioeca*). Auf Moorboden und humusreichen Alpenweiden deckt die Wohlverlei (*Arnica montana*) mit den Kreuzen ihrer bodenständigen, flach ausgebreiteten Grundblätter die Erde zwischen den Borstgrasrasen. Auch *Avena versicolor*, *Deschampsia flexuosa* und *Leontodon pyrenaicus* zeigen humösere Stellen des Nardetums an, bis dasselbe endlich in eine Flechtentundra übergeht, mit *Cladonia rangiferina* und *Cetraria islandica*. Von ca. 1800—2500 m im Urgebirge erfüllt das feine Aroma des Alpenklees (*Trifolium alpinum*) die Luft über dem öden Rasenteppich; ihm mischen sich die bläulichen, feinen Horste des Alpenstraußgrases (*Agrostis alpina*) bei. Die Strauchformationen der Alpenregion, die Ericaceenheide, die Alpenerlen- und Legföhrenbestände alternieren häufig mit der Nardusweide, seltener sind sie von ihr durchsetzt. An steilen Stellen geht sie in die Horstseggenhalde (*Carex sempervirens*) oder die Blaugrashalde (*Sesleria coerulea*) über, nach oben wird sie ersetzt (von 2100—2400 m an) durch das *Curvuletum*.

In der Narduswiese dominiert unser Gras. Es kommt aber, entsprechend seiner weiteren Verbreitung und eminenten Anpassungsfähigkeit auch in zahlreichen anderen Bestandestypen vor: Auf dem Sande der norddeutschen und holländischen Dünen stellt es sich an gefestigten Stellen ein; in den Heidegegenden Norddeutschlands zeigt es nach Drude Torf an und liebt die nasseren Stellen; auch in England und Irland folgt es der Heideformation. In den Hochmooren begleitet es die Bestände der Rasenbinse und des scheidigen Wollgrases (*Trichophoreto-Eriophoretum*) und bezeichnet mit *Calluna* die letzten Stadien des austrocknenden Moores (*Nardeto-Callunetum*). In lichten Wäldern ist *Nardus* als Unterwuchs häufig; in sumpfigen Föhrenwäldern des böhmisch-mährischen Plateaus, in den Fichtenwäldern der Alpen ist er häufig und oft sehr üppig entwickelt, mit bis 60 cm hohen Halmen, auch den Arven- und Lärchenwäldern fehlt er nicht, und im cis- und transalpinen Kastanienhain geht er bis zum Spiegel der präalpinen Seen herab; auch im tessinischen Buchenwald bildet er den Rasenwuchs.

Als Vegetationsbedingungen des Nardus lassen sich aus den angegebenen Verbreitungs- und Standortsverhältnissen etwa folgende herauslesen:

Die geologische Unterlage ist nicht ganz ohne Einfluß auf das Borstgras: es gehört zur Gruppe der „Kieselholden“, die in kalkarmem Boden häufiger und dominierender auftreten, ohne aber auf kalkreichem zu fehlen. In den Schweizeralpen konstatierten wir das Gras auf folgenden Unterlagen: Gneiß, Granit, Glimmerschiefer, Serpentin, Molassesandstein, Nagelfluh, Bündnerschiefer, Gault, Malm (Alpenkalk), Schrattenkalk, Rötidolomit; stets aber am verbreitetsten auf Urgebirge. In Bayern fehlt es nach Prantl dem Muschelkalk — vielleicht auch dem Juragebiet völlig; nach Sendtner zieht es sandig-lehmige und mergelige Böden vor (tertiäre und Kreidesandsteine). Günther Beck bezeichnet

sein Vorkommen in Niederösterreich folgendermaßen: in Bergwiesen, Alpenmatten, seltener in lichten Wäldern von der Bergregion bis in die Alpenregion, auf kalkfreiem Boden häufig; hin und wieder in der Sandsteinzone, überall auf den Schiefern des Wechselgebietes bis auf die Spitze des Wechsels; im Granitplateau des Waldviertels, dann auf den Alpentriften der Kalkhochgebirge.“ Auch auf den Alpenketten der Kalkhochgebirge Illyriens kommt N. vor, mit andern starrbblättrigen Horstgräsern auf stark beweideten Stellen eine typische „Grasflur“ bildend.

Die typisch ausgebildete Strohtunica von *Nardus*, die Einrollung und derbe Struktur der Blattspreiten, die dichte Horstbildung lassen unser Gras als deutlich trockenheitliebend, als „Xerophyten“ erkennen. Damit stimmt sein Vorkommen in den Alpen als Bestandteil sonniger Matten; damit stimmt auch seine „Feuchtigkeitsflucht“: durch Bewässerung wird er unfehlbar vertrieben! Am sonnigen Hang der Schanfiggerheuberge läßt sich häufig beobachten, wie durch den Einfluß der Bewässerung eine reine Narduswiese in einen üppigen Mutternbestand (*Ligusticum mutellina*) oder in einen hohen Rasen aus Alpenlieschgras und Alpenrispengras (*Phleum alpinum* und *Poa alpina*) umgewandelt wird.[1])

Mit dieser Trockenheitsliebe stehen die zahlreichen Fälle in eigentümlichem Widerspruch, wo *Nardus* auf Sümpfen wächst.[2]) Es ist ein ähnlicher Fall, wie bei den beiden Rassen der *Sesleria coerulea*, der trockenheitliebenden var. *calcarea* und der feuchtigkeitliebenden var. *uliginosa*. Nur sind hier, bei *Nardus*, die beiden Formen morphologisch nicht zu unterscheiden, zeigen genau dieselben Anpassungen.[3]) Hackel meint, es handle sich hier um Eroberung eines neuen Standortes durch eine ursprünglich xerophytisch angepaßte Spezies, welche ihre Anpassungen

---

[1] Anderer Ansicht ist Dr. Volkart: „Man darf die Trockenheitsliebe dieser Art jedenfalls nicht zu hoch einschätzen, denn, so viel mir bekannt, hält sie sich auch an den trockenen Standorten immer an tiefgründigen Boden, wo ihr also stets die Möglichkeit gegeben ist, durch ihre kräftigen Wurzeln den Wasservorrat tieferer Schichten zu erschließen. . . . Wenn sie z. B. auf den Schanfiggerheubergen das Wasser flieht, so kann der Grund auch darin liegen, daß sie nicht das Wasser flieht, sondern nur seinen Kalkgehalt . . . oder daß sie in der Konkurrenz mit den schneller und üppiger wachsenden Arten . . . unterliegt“ (schriftliche Mitteilung).

[2]) Stebler und Volkart l. c. charakterisieren das Vorkommen von *Nardus* so: „in der Ebene auf nassem Humus, in den Alpen auf freier Weide“; im Zusammenhang mit andern Ausführungen der Verfasser wäre das so zu verstehen: Den nötigen Humusgehalt, den *Nardus* im Boden verlangt, findet er in der Ebene nur auf Mooren, in den Alpen aber ist (durch die niedere Temperatur) auch auf freier Weide die Humusbildung genügend. Das entspricht aber insofern nicht ganz den Tatsachen, als *Nardus* auf den Alpen nebeneinander trockene und nasse Standorte bewohnt.

[3]) Eine sorgfältige allseitige Vergleichung, auch anatomisch, bleibt freilich noch durchzuführen.

noch nicht mit dem neuen Standort in Einklang zu bringen vermochte. Es muß aber hier auf die neuerdings von SCHIMPER verfochtene Anschauung aufmerksam gemacht werden, wonach auch ein nasser Boden für die Pflanze „physiologisch trocken" sein kann, wenn die Wasseraufnahme durch Humussäuren oder niedere Temperatur erschwert ist. So würden sich die bei zahlreichen Sumpfpflanzen auftretenden xerophytischen Anpassungen erklären.

Ein gewisser Humusgehalt des Bodens scheint dem Borstgras zu seinem Gedeihen notwendig zu sein. Alle obenerwähnten Standorte (Moor, Heide, Wälder, Wiesen) haben das Gemeinsame, daß in ihrem Boden sich die Reste vergangener Pflanzengeschlechter als Humus finden. Es ist also das Borstgras geradezu ein „Humuszeiger" („humicol"). KERNER rechnet es sogar zu den „Verwesungspflanzen", welche imstande sind, die organischen Bodenbestandteile sich direkt dienstbar zu machen. Es liegen darüber aber keine exakten Versuche vor.

Über die von ihm entdeckte Mykorrhiza von *Nardus* schreibt mir mein verehrter Kollege Dr. H. C. SCHELLENBERG folgendes:

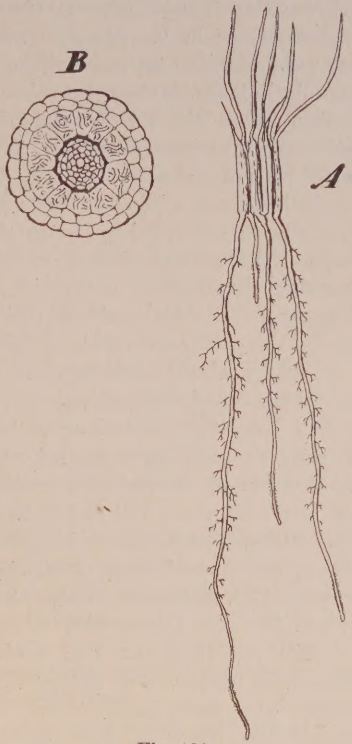


Fig. 136.

Die Pilzwurzeln von *Nardus stricta.*

A. (1/1). Stück des Horstes mit den langen, kräftigen „Triebwurzeln", welche als reichlich entwickelte Seitenäste die kurzen reich verzweigten „Pilzwurzeln" tragen. B. (50/1). Querschnitt durch eine Pilzwurzel; die innerste Lage der Rindenzellen ist mächtig entwickelt u. beherbergt die Fäden des symbiontischen Pilzes. (Nach der Natur von Dr. H. C. SCHELLENBERG.)

„Wie eine Anzahl echter humusbewohnender Gräser, *Molinia coerulea*, das Pfeifengras, *Danthonia decumbens*, der Dreizahn, so besitzt auch *Nardus stricta*, das Borstgras, eine ausgeprägte endotrophe Mykorrhiza. Aus dem kurzen Wurzelstock mit seinen bürstenförmig gestellten Trieben entspringen kräftige 1,5—2 mm dicke Nebenwurzeln mit stark ausgeprägtem Längenwachstum (Fig. 136). Sie werden fußlang und noch darüber. An den jüngeren Teilen sind sie dicht mit Wurzelhaaren besetzt, die etwa 5 mm Länge

erreichen. Dieser mit Wurzelhaaren besetzte Wurzelteil ist im Vergleich zu andern Gräsern lang, oft über 10 cm. Diese Wurzeln zeigen im anatomischen Bau gegen andern Graswurzeln keine besondern Abweichungen. Ganz anders sind dagegen die Seitenwurzeln dieser langen, dicken Nebenwurzeln gebaut. Sie sind nur dünn, meist nur $^1/_2$ mm, wachsen wenig in die Länge, verzweigen sich häufig und zeigen nur eine recht spärliche Entwicklung der Wurzelhaare. Auf dem Querschnitte fällt die innerste Rindenzellenschicht durch ihre starke Entwicklung auf. In dem Inhalt dieser Zellen bemerkt man stark verknäuelte Pilzfäden, ballenartig oft zusammengerollt. Während die übrigen Rindenzellen nur wenig Plasma enthalten, sind in diesen Zellen die plasmatischen Bestandteile in viel reicherem Maße vertreten.

Alle die feinen Seitenwurzeln sind regelmäßig verpilzt, während die langen Nebenwurzeln ohne diese Pilzfäden sich entwickeln. Es ist eine Trennung der Wurzeln nach ihrer Funktion und nach der Verpilzung eingetreten. Die Unterschiede sind folgende:

Verpilzte Wurzel	Unverpilzte Wurzel
sehr wenig Wurzelhaare,	sehr viele Wurzelhaare,
Längenwachstum gering,	Längenwachstum gut entwickelt,
Verzweigung häufig.	Verzweigung spärlich.

Es zeigt sich somit hier wie bei andern Gewächsen, daß die Verpilzung der Wurzeln die Wurzelhaare ersetzt und man darf daraus schließen, daß der Pilz wohl einen Teil der Funktionen der Wurzelhaare übernommen hat. Kurze, reichlich verzweigte Seitenwurzeln sind auch bei den Nadelhölzern von Pilzen besetzt. Diese „Hexenbesenbildung", wie sie dort auch genannt wird, findet bei *Nardus stricta* einen bescheidenen Anfang und kennzeichnet die Pilzwurzel."

Wo der Hang zu steil wird, als daß eine tiefere Krume sich ansammeln könnte, und wo die Verwesungsprodukte der abgestorbenen Generationen rasch abgeführt werden, da räumt das Borstgras vor dem langhalmigen Rasen der Horstseggenhalde (*Carex sempervirens*) das Feld.

Der animalische Dünger ist für das Borstgras ein direktes Gift! Wie durch Wässerung, so kann auch durch Düngung eine Nardus-wiese in eine ertragreiche gute Matte umgewandelt werden.[1]) In den geschlossenen bräunlichen Teppich der Borstgraswüste reißt jede Geilstelle eine grüne Lücke; auf Lägern und gedüngten Wiesen fehlt es stets.

Wirtschaftlich ist es folgendermaßen zu charakterisieren: wohl wird

---

[1]) So fanden Dr. Stebler und der Verfasser bei Untersuchung einer Narduswiese und einer daneben gelegenen, durch animale Düngung veränderten Wiese auf dem Gottschallenberg (Molasse-Voralpen des Kt. Zürich) bei 1150 m, daß das Borstgras, das vor der Düngung 69 % des Rasens ausmachte, durch die Düngung vollständig verdrängt wurde; an seiner Stelle hat sich das gemeine Straußgras von 1—2 % auf 21—36 % vermehrt usw.

es im jungen Zustand vom Vieh gefressen, später aber wird es so hart und zäh, daß das Vieh beim Zubeißen den ganzen Rasen herausreißt. Es wirft ihn unmutig weg und läßt ihn liegen: das ist der Ursprung jener eingangs erwähnten, auf der Weide herumliegenden Nardusleichen.[1]) Es ist also kein absolutes Unkraut, denn es bietet dem weidenden Rindvieh im Frühjahr, den genügsamen Schafen, Maultieren und Eseln den ganzen Sommer ein allerdings nach seinem Werte sehr verschieden beurteiltes Futter; außerdem kann es zuletzt als Streue gemäht werden. Aber es ist für das Rindvieh ein schlechtes Futterkraut, welches durch seinen geselligen Wuchs die besseren verdrängt und so weite Weidestrecken ertragsarm macht; es muß also mit allen Mitteln bekämpft werden, um einer besseren Narbe Platz zu machen.

Die Bekämpfungsmittel ergeben sich aus den oben besprochenen Standortsansprüchen: der Schädling wird vertrieben durch Bewässerung und durch Düngung. Das Bewässern der Weiden und Mähewiesen sollte überhaupt vielmehr geübt werden! Wo diese beiden Mittel nicht anwendbar sind, sollte man wenigstens die Narduswiese möglichst früh im Jahr mit dem Vieh aufsuchen, wo das Gras noch gefressen werden kann.

Das Borstgras ist auf den Gebirgen des südlichen und den Ebenen des nördlichen Eurasiens und in der arktischen Zone, hier nur in West-Grönland, verbreitet. Da es nicht ausgesprochen alpin ist, sondern ebensosehr in den Ebenen zu Hause, müssen wir es mit Chodat als einen Ubiquisten bezeichnen.

Also ein weitverbreiteter, xerophytisch angepaßter Magerkeits- und Humuszeiger, ein horstwüchsiger geselliger Rasenbildner par excellence auf Moor, Heide und Alpenweide, ein schlimmer Schädiger der Alpwirtschaft, das ist die Signatur von *Nardus stricta.*

§§§ 9. Anhang. Aus der Ebene aufsteigende Gräser aus bisher nicht besprochenen Gattungen.

Das **Geruchgras** (*Anthoxanthum odoratum* L., Fig. 137) bildet kleine Horste; die 20—50 cm hohen Halme tragen eine dicht zusammengedrängte ährenförmige Rispe von eigentümlich braungelber Farbe, aus zahlreichen Ährchen zusammengesetzt. Von allen übrigen Gräsern der Alpen unterscheidet sich das Geruchgras durch den eigenartigen, an Waldmeister erinnernden Geruch nach „Cumarin", der besonders an den Wurzeln haftet, aber auch jedes Keimpflänzchen sofort erkennen läßt; ferner durch die Zweizahl der Staubgefäße einer Blüte (Fig. 137, 1); die andern Gräser haben 3, ganz selten 1 Staubgefäß.

Das Geruchgras ist eines der verbreitetsten Wiesengräser:

„es findet sich in nahezu gleichmäßiger Verbreitung auf allen Wiesen

[1]) Die Auffassung Kerners, daß das Vieh absichtlich die Borstgrasrasen ausrupfe, um auf diese Weise den anderen dazwischen wachsenden Pflanzen besser beikommen zu können, kann ich nicht teilen; sieht man doch oft genug auch Rasen der besten Gräser (*Poa alpina*, *Festuca rubra*, auch *Deschampsia caespitosa*) entwurzelt herumliegen.

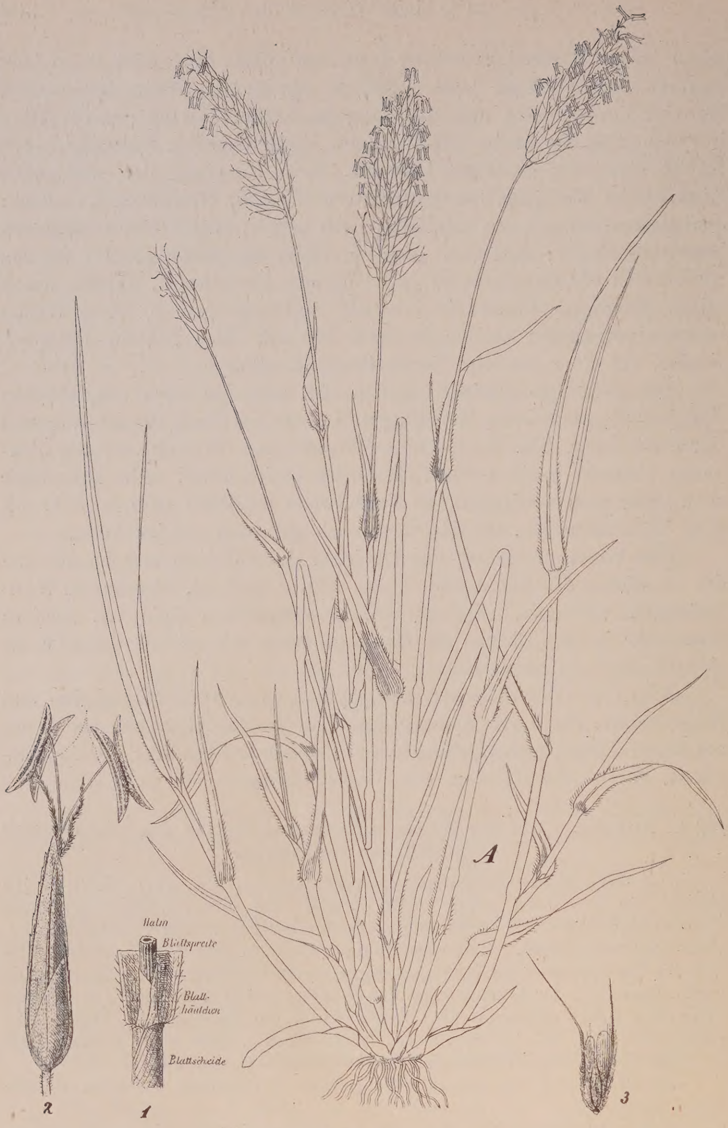


Fig. 137.

Das Geruchgras (*Anthoxanthum odoratum* L.).

A. (1/2). Ganze Pflanze mit blühenden Ährenrispen. 1. (1,5/1). Mittelstück eines Halmblattes, mit dem Blatthäutchen. 2. (2,5/1). Ein Ährchen in voller Blüte, von den beiden äußeren Hüllspelzen eingehüllt; Narbe und Staubgefäße treten oben heraus; es sind nur 2 Staubgefäße da; alle anderen Gräser der alpinen Region haben 3 Staubgefäße! 3. (2,5/1). Die 2 inneren begrannten Hüllspelzen mit der Scheinfrucht, wie sie aus d. Fruchtährchen herausfallen. (Nach d. Natur, **A** v. L. S., 1—3 v. C. S., aus St. u. Schr., beste Futterpfl. I. 3. Aufl.)

der Alpenländer, von den fettesten, schattigsten Baumgärten der Ebene bis hinauf zu den sonnigen Magermatten und Wildheuplanggen des Hochgebirges (bis 2500 m im Wallis, 2629 m in Tirol nach v. SARNTHEIN, 2700 m am Scaradrapaß Graubünden, bis 3045 m am Piz Forun, Albula, BRAUN), von den Wässerwiesen und Riedern des Tieflandes bis zu den trockensten Felsbändern und Graspolstern der Berge, auf Kuh- und Schafweiden, wie in Grasgärten, im Schatten auf dem Humus der Kastanien-, Buchen-, Fichten-, Lärchen- und Arvenwälder, und des Legföhrengebüschs, in brennender Sonne auf Torf und sterilem Sand, auf allen Bodenarten und geologischen Unterlagen, vom fruchtbaren Lias bis zum sterilsten Serpentin und bei jedem Feuchtigkeits- und Belichtungsgrad. Es ist ein ständiger Begleiter der Alpweide, es begleitet den Löwenzahn wie das m Edelweiß" (STEBLER und SCHRÖTER, Die besten Futterpflanzen I 3. Aufl. 1902 S. 90).

Das Vorkommen dieses indifferenten, höchst anpassungsfähigen Allerwiesenbürgers läßt also keinerlei Schlüsse auf die Natur von Boden und Klima zu. Sein wirtschaftlicher Wert liegt in seiner Natur als „Heuwürze"; es teilt dem Heu sein angenehmes Aroma mit. Wenn aber vielfach schlechtweg behauptet wird: das Aroma des Heues rührt von *Anthoxanthum* her, so ist das ein Irrtum: ein ganz ruchgrasloses Alpenheu kann den herrlichsten Geruch besitzen; und andererseits ist das Cumarin in größeren Mengen ein direktes Gift; reines *Anthoxanthum*-Heu wird vom Vieh nicht aufgenommen. Sein Ertrag ist spärlich und seine frühe Entwicklung (es blüht neben der *Sesleria* von allen Gräsern am frühesten!) bedingt, daß es zur Zeit der Heuernte schon strohig ist.

Es ist auch in seiner Allgemeinverbreitung ein Ubiquist.

Die **Drahtschmiele** (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trinius, Fig. 138) bildet lockere Horste mit zahlreichen, haarfeinen Blättern; das Blatthäutchen ist länglich, die Rispe besteht aus fadenförmigen, zierlich geschlängelten Asten, welche 2-blütige Ährchen mit violett überlaufenen, weißrandigen Spelzen tragen, mit grundständigen, vorragenden Grannen. Es ist ein ausgesprochener Magerkeits-, Humus- und Trockenheitszeiger, ein „Hungergras", das mineralkräftigen Boden scheut, den Kalk flieht und besonders die Alpenheide und das Vaccinietum der Alpenwälder bewohnt, von dort aber etwa auch auf humusreichere flachgründige Stellen der Weiden und Mähewiesen, sowie ins „Juniperetum" übergeht. Es steigt in einer niedrigeren Form mit stark gefärbten Ährchen (var. *montana* Parl.) bis hoch über die Baumgrenze (Wallis 2470 m, Graubünden 2650 m am Piz Forun, Albula, nach BRAUN, Tessin 2680 m am Pizzo Campolungo, BRAUN, St. Galler Alpen bis 2400 m, Tirol bis 2530, nach v. SARNTHEIN).

Der **Goldhafer** (*Trisetum flavescens* (L.) Pal., Fig. 139) ist charakterisiert durch lockere Horste aus wenigen Trieben, behaarte Scheiden und Spreiten der Blätter, weit ausgebreitete Rispe mit 8 mm langen Ährchen, welche aus Goldgelb und schimmerndem Weiß zierlich gescheckt erscheinen, in den Alpen auch etwas dunkler werden (var. *variegatum* Asch.). Die Deckspelze ist lang zweispitzig, und auf dem Rücken mit einer geknieten und gedrehten Granne versehen (Fig. 139, 2). Der Goldhafer schließt sich in seiner Verbreitung in den Alpen eng an das Straußgras (*Agrostis vulgaris*) an: er ist ein Hauptbestandteil der gedüngten Mähewiesen der montanen und alpinen Region; seine feinen goldigen Rispen weben einen flimmernden Schimmer über die blumenreichen Matten unserer Alpentäler; besonders im zweiten Schnitt dominiert er oft.

Er steigt auf solchen Beständen und auf Mähdern und Lägern weit über die Baumgrenze (Aroser Weißhorn 2645 m, BRAUN; Albula 2500 m, großer St. Bernhard 2400 m): In den östlichen Alpen, von der Provinz Bergamo und

A. $(^{1}/_{1})$. Ganze Pflanze, mit zusammengezogenen Rispen. B. $(^{10}/_{1})$. Blatthäutchen eines obersten Halmblattes. C. $(^{2,5}/_{1})$. Die 2 Hüllspelzen des Ährchens. D. $(^{2,5}/_{1})$. Die 2 Blüten des Ährchens mit dem behaarten Callus am Grunde der Deckspelze und der tief unten entspringenden Granne. (Nach der Natur: A von L. S., B, C und D von C. S.)

Fig. 138.
Die Berg-Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa* Trin. var. *montana* Parl.).

Fig. 139.

Der Goldhafer (*Trisetum flavescens* [L.] Pal.).

A. ($^1/_2$). Ganze Pflanze mit einer noch zusammengezogenen, noch nicht blühenden Rispe. **B.** Rispe in voller Blüte. **1.** ($^{2,5}/_1$). Blühendes Ährchen. **2.** ($^{2,5}/_1$). Eine Blüte mit Deck- und Vorspelze; die erstere mit rückenständiger Granne und zweispitzigem Ende. **3.** ($^{2,5}/_1$). Vorspelze, Schüppchen und Fruchtknoten. **4.** ($^{2,5}/_1$). Scheinfrucht, rechts die Deckspelze mit der gedrehten und geknieten Granne, links die Vorspelze und davor die behaarte Ährchenachse. **5.** ($^{2,5}/_1$). Die behaarte Ährchenachse, das „Stielchen". **6.** ($^5/_1$). Scheinfrucht, von der Vorspelze aus gesehen. **7.** ($^5/_1$). Caryopse. **8.** ($^5/_1$). Blatthäutchen. (Nach der Natur von L. und C. S.; aus St. u. Schr., Beste Futterpfl.)

Tirol an (bis 2000 m) kommt neben ihr noch die Unterart *alpestre* Pal. vor (mit behaartem Fruchtknoten, während er beim Typus kahl ist).

Die Art ist ein weitverbreitetes silvestres Element Europas, Nordafrikas, Asiens und Nordamerikas, immerhin mit deutlicher Bevorzugung montaner Lagen.

Das mittlere **Zittergras** (*Briza media* L.), ebenfalls ein weitverbreitetes Element der Waldregion Europas und Sibiriens, steigt als Bewohnerin trockener, magerer Weiden- und Mähewiesen bis wenig über die Baumgrenze (2250 m Findelen, 2150 m Stubai, nach v. SARNTHEIN).

Das **Knaulgras** (*Dactylis glomerata* L.), eines der wertvollsten Futtergräser auf fettem Boden der Ebene, ein in Europa, Nordafrika und Asien weitverbreitetes silvestres Element geht mit der Wiesenkultur über die Baumgrenze, wo die Alpensonne die sonst grünen Rispen dunkel färbt; die Maxima sind: St. Véran am Mte. Viso 2400 m (STEBLER), an der Berninastraße 2320 m (RÜBEL und BRAUN), Findelen 2130 m, Tirol 2000 m, nach v. SARNTHEIN usw.

Die **gefiederte Zwenke** (*Brachypodium pinnatum* [L.] Pal.), ein Magerkeitszeiger des ganzen gemäßigten Eurasiens und Nordafrikas, bewohnt sonnige Mähder bis 2000 m (Wallis), bis 1740 m (Tirol, nach v. SARNTHEIN).

§§ 2. Die Gräser des nassen Bodens der alpinen Region (Sumpfwiesen und Quellfluren).

Hier sind keine echt alpinen Arten zu verzeichnen; alle steigen aus der Ebene auf:

Die **Rasenschmiele** (*Deschampsia caespitosa* L.), durch ihre 2-blütigen, bunt gescheckten, kleinen Ährchen, die oberseits tiefgefurchten und sehr rauhen Blätter und ihre großen, dichten Horste gekennzeichnet, geht an etwas feuchten Stellen in den Alpen bis 2700 m, und tritt auf der Alpenweide und an Wasserläufen oft bestandbildend auf. In der Ebene wegen ihrer harten Blätter ein lästiges Unkraut, wird sie in den Alpen eine gesuchte Futterpflanze: ihre Rasen findet man vom Vieh stets abgefressen!

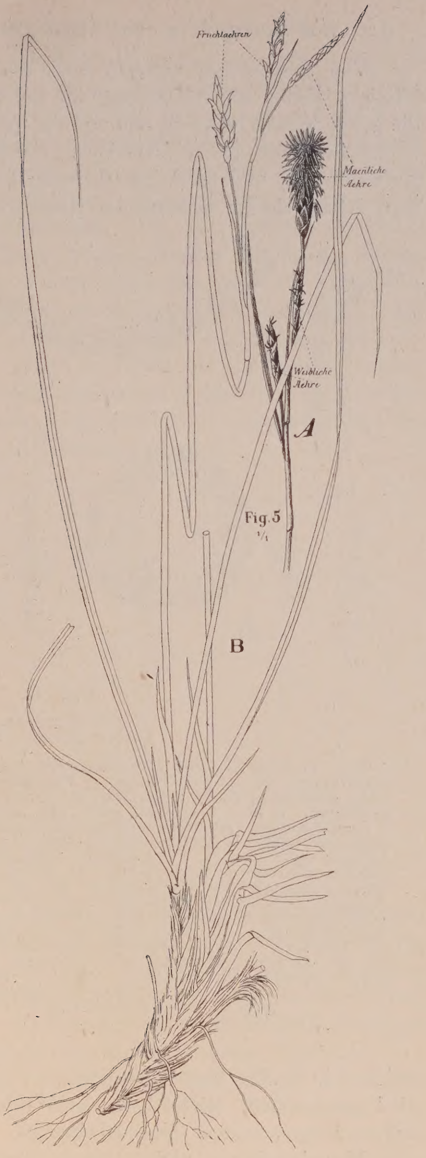
Das **Besenried** (*Molinia coerulea* L.), durch ihre knollenförmig angeschwollene Halmbasis,[1] den anscheinend knotenlosen Halm, die intensiv schwarzviolette Rispe und die dunkelroten Narben leicht kenntlich, geht auf alpinen Sumpfwiesen (seltener auf Fels!) bis 2300 m (Heutal, Bernina, RÜBEL u. BRAUN; in Tirol bis 1750 m nach v. SARNTHEIN). Es ist in der Ebene eine weit verbreitete und den verschiedensten Standorten angepaßte Pflanze, in ganz Europa, Algier, Kleinasien, Kaukasus, Libanon, Sibirien und Nordamerika vorkommend.

Das **Quellgras** (*Catabrosa aquatica* [L.] Pal.), mit niederliegenden und wurzelnden Trieben, kleinen 2-blütigen Ährchen und eigentümlich ausgefressen-gezähnelten Deckspelzen, geht an Quellfluren bis 2020 m (Alpe da Pontresina an der Baumgrenze, RÜBEL u. BRAUN, in Tirol bis 2044 m, nach v. SARNTHEIN), oft ganze Bestände bildend.

Ferner stellen sich auf alpinen Sumpfwiesen die „hygrophytischen Rassen" zweier sonst xerophytischer Gräser ein: *Sesleria coerulea* var. *uliginosa* Cel. und *Nardus stricta* var.? (siehe oben S. 267 und 304).

---

[1]) Die Zellen dieses Knollens enthalten, wie JOHANNSEN und SCHELLENBERG gezeigt haben, Reservestoffe in Form von Hemicellulose als Wandverdickung abgelagert, die beim Austreiben aufgelöst wird (H. C. SCHELLENBERG, Über die Bestockungsverhältnisse von *Molinia coerulea* Mönch. — Ber. d. schweiz. bot. Ges. Heft VII, S. 68—81).



A. Das Ende eines blühenden Halmes mit weiblichen und männlichen Ähren. B. Ein isolierter Trieb aus einem Horst, mit Fruchtähren. Man beachte die zahlreichen zerfasernden, verwitterten Blattscheiden, welche die Basis des Triebes mit einer „Faser-Tunika" umkleiden. (Nach der Natur von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Fig. 140.
Die Horstsegge.
(*Carex sempervirens* Villars, 5/9 nat. Größe.)

§ 2. Die Sauergräser oder Scheingräser (*Cyperaceen*) der Alpen.

Von den echten Gräsern sind die Sauergräser durch den dreikantigen Halm, die Anordnung der Blätter nach drei Seiten im Raum, die geschlossenen Blattscheiden und die nur durch eine Spelze (statt zwei) umgebene Blüte zu unterscheiden. Sie sind im allgemeinen schlechte Futterpflanzen und feuchtigkeitliebend; zu den Bestandteilen der Sumpfflora stellen sie ein bedeutendes Kontingent. Die alpinen Scheingräser

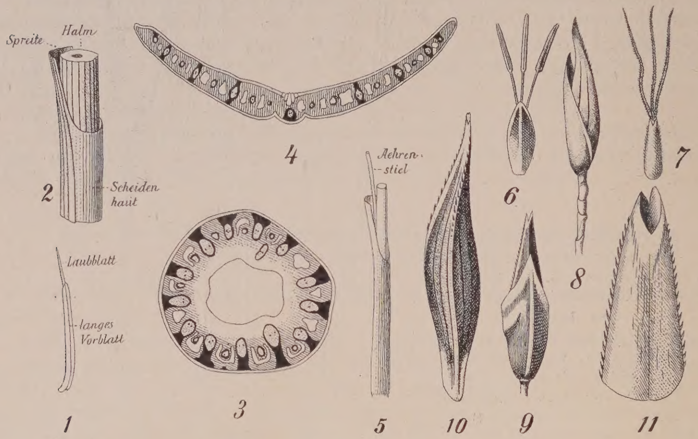


Fig. 141.

Die Horstsegge.
(*Carex sempervirens* Villars.)

1. ($^{1}/_{1}$). Ein junger Laubtrieb (Innovationssproß), aus seiner Mutterscheide herauspräpariert (intravaginal), mit langem Vorblatt. 2. ($^{5}/_{1}$). Mittelstück eines Halmblattes; unten die völlig geschlossene Scheide, gegenüber der Spreite als häutige Membran (Scheidenhaut) ausgebildet. 3. ($^{28}/_{1}$). Querschnitt durch den Halm; jedes Gefäßbündel (Ellipse mit 2 Innenpünktchen) nach außen von einem „Bastbeleg", einen schützenden und mechanisch wirksamen Bündel von Hartgewebe begleitet. Das grüne Gewebe (schraffiert) erreicht zwischen diesen Bündeln die Oberfläche. 4. ($^{25}/_{1}$). Querschnitt durch eine Blattspreite; zwischen der Oberhaut als Gurtungen der „T-Träger" die (schwarz bezeichneten) Bastbündel ausgespannt, das Gefäßbündel als „Füllung" zwischen sich nehmend. Zahlreiche Luftgänge (weiß gehalten) durchziehen die Spreite, wohl als Relikte von den wasserliebenden Vorfahren übrig geblieben. 5. ($^{2}/_{1}$). Oberes Halmstück mit dem scheidig entwickelten Tragblatt der Ähre. 6. ($^{2}/_{1}$). Männliche Blüte, aus 3 Staubgefäßen bestehend, in der Achsel des Deckblattes. 7. ($^{5}/_{1}$). Weibliche Blüte, aus dem 3narbigen Stempel bestehend, welcher von dem Schlauch umhüllt ist. 8. ($^{5}/_{1}$). Deckblatt und reifer Schlauch von der Seite. 9. ($^{5}/_{1}$). Dasselbe vom Deckblatt aus. 10. ($^{10}/_{1}$). Der Fruchtschlauch, die Frucht einschließend. 11. ($^{40}/_{1}$). Der Schnabel des Schlauches.
(Nach der Natur von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

weichen in beiden Punkten mehrfach vom Gros ihrer Familie ab: einige sind gerngesehene Bestandteile des Weide- und Mäherasens, und andere zeigen ausgesprochene Trockenheitsliebe.

Von den ca. 30 alpinen Arten können wir hier nur einige wenige bestandbildende Konstituenten alpiner Wiesen näher besprechen.

§§ 1. Die Sauergräser des trockenen bis frischen Bodens.

Die **immergrüne** oder **Horstsegge** (*Carex sempervirens* Villars, Fig. 140 und 141) bildet dichte feste Rasen; die basalen Seitentriebe bleiben in der Mutterscheide eingeschindelt (intravaginal [Fig. 141, 1]), und sind mit lange erhalten bleibenden, bald zu Fasern verwitternden Scheiden dicht bedeckt, so daß eine „Fasertunika“ gebildet wird, wie bei vielen Steppengräsern (s. oben S. 264) und der ganze Horst ein vielkammeriges System wasserhaltender kapillarer Hohlräume darstellt. (Fig. 140, unten). An steilen Halden, dem Lieblingsort dieser Segge, werden die alten Blätter alle talwärts gekämmt; große Horste sehen dann aus wie ein dichtes Nest aus verwitterten Scheiden, aus denen im Frühling die jungen Triebe hervorstechen. Die Halme bilden das Ende der reichbeblätterten Triebe; sie werden 20—30 cm hoch, tragen am Ende ein männliches, keulenförmiges, zur Blütezeit von den stäubenden Antheren schwefelgelbes Ährchen, weiter unten mehrere langgestielte und zuletzt meist übergebogene weibliche Ährchen mit schwarzen Spelzen.

An der Oberfläche der vom Schlauch umhüllten Frucht entwickelt sich eine dicke, schwarze Sporenmasse, welche den Umfang der Frucht so vergrößert, daß sie den Schlauch sprengt und hervortritt; die Reste des zersprengten Schlauches bilden meist noch eine teilweise Umhüllung der Sporenkugel. Die Griffelreste bleiben manchmal erhalten. Auf dem Querschnitt sieht man im Zentrum der Sporenkugel die Reste der verkümmerten Frucht.
(Nach Exemplaren von der Forcola di Rosso im Puschlav bei 2600 m ü. M., 21. VIII. 1901 leg. BROCKMANN; Zeichnung von L. S.)

Fig. 142.

Der Brandpilz der Cyperaceenfrüchte.
Cintractia caricis (Pers.) P. Magnus (= *Ustilago ureolorum* Tulasne) auf *Carex sempervirens*.
(Natürliche Größe.)

Sehr häufig werden die Früchte zerstört durch einen Brandpilz (*Cintractia caricis* [Persoon] Magnus = *Ustilago urceolorum* Tulasne), der seine tintenschwarzen Sporen auf dem Fruchtknoten bildet. Es bricht dann eine dichte schwarze Kugel von Sporen aus dem Schlauch hervor (Fig. 142). Auf den Blättern und Stengeln bildet ein Rostpilz (*Uromyces caricis-sempervirentis* Ed. Fischer) rote, später schwarze Fleckchen.

Die Horstsegge ist einer der häufigsten Rasenbildner der Alpen, und bildet den dominierenden Bestandteil eines Wiesentypus, den man als „Horstseggenhalde“ bezeichnet hat. An steilen, sonnigen, trocknen Lehnen in der Region von 1800—2400 m kann man auf allen geologischen Unterlagen beinahe mit mathematischer Sicherheit auf das

massenhafte Auftreten dieses wichtigen Rasenpioniers zählen. Seine derben Polster bilden für Fuß und Hand des Kletterers eine zuverlässige Stütze, auf den Fluhabsätzen der Schrattenkalkwände, wie an den steilen Hängen aus Alpenkalk, auf Tonschiefer wie auf Gneiß und Granit. In der „Felsliebe“ steht er eine Stufe unter dem Buntschwingel (*Festuca varia*) und über dem violetten Schwingel (*Festuca violacea*); auf Kalk mischt sich oft stark die *Sesleria* bei und kann ihn ganz ersetzen. Die Horstseggenhalde zeigt meist einen schlecht geschlossenen Rasen; der Hang ist mit einzelnen mächtigen Stöcken besetzt, welche ein hohes Alter erreichen und mit ihren langen von Schneedruck, Lawine oder Schmelzwasser gleichmäßig hangabwärts gekämmten Blättern namentlich im Frühjahr, wo alles braun ist, kleinen Schafrücken nicht unähnlich sehen; man könnte die Lehne „moutonnée“ nennen, eine „Schafrückenhalde“.

Die Begleiter der Horstsegge sind auf dem Kalk dieselben wie diejenigen des Blaugrases (*Sesleria coerulea*): viele Schmetterlingsblütler, und namentlich auch das Edelweiß. Dazu kommen, besonders auf den Heubergen, das stattliche einköpfige Ferkelkraut (*Hypochaeris helvetica*) mit seinen großen gelben Sonnen auf keuligem Schaft, und der ganz ähnliche Bergpippau (*Crepis montana*); Hoppes Habichtskraut (*Hieracium Hoppeanum*) breitet seine unten schneeweißfilzigen Blätter über den Boden. Im Herbst färben die vergilbenden, großen Blätter des breitblätterigen Laserkrauts (*Laserpitium latifolium*) ganze *Sempervirens*-Halden. Das schöne orangegelbe Habichtskraut (*Hieracium aurantiacum*) schmückt den Rasen und zahlreiche Orchideen erfüllen die Luft mit ihrem Duft (*Gymnadenia conopea, G. odoratissima, G. albida, Nigritella nigra, Coeloglossum viride, Orchis globosus).*

Viele bezeichnende und seltene Arten der Alpen bewohnen mit Vorliebe die Horstseggenhalde: in den Westalpen *Senecio aurantiacus*, *Peucedanum austriacum*, *Pedicularis Barrelieri*, *Arabis pauciflora*; in den Ostalpen *Pedicularis Jacquini*, *Avena Parlatorii*, *Crepis Froelichiana*, *Artemisia atrata*, *Knautia longifolia* usw.

Auf Urgebirge fehlen *Sesleria*, *Phleum Michelii*, *Festuca pulchella*, viele Leguminosen und meist auch das Edelweiß. Dafür treten *Poa violacea*, *Deschampsia flexuosa*, *Koeleria hirsuta*, *Festuca varia* und *violacea*, *Senecio abrotanifolius*, *Achillea moschata*, *Laserpitium panax* und *Luzula lutea* auf.

Der Rasen dieser schönen Wildheuplanken und Heuberge ist also sehr reich zusammengesetzt. Stebler fand in einer Horstseggenhalde am Brienzergrat bei 1720 m auf Kalk auf dem Raum eines Quadratfußes nicht weniger als 49 Arten; auf der ganzen Halde zählte man 65 Arten; auf einer andern auf den Partnunermähdern ob St. Antönien (Prättigau) 61 Arten, auf dem Montalingipfel bei Chur, einer gerundeten Gratkuppe, bei 2263 m ü. M. auf kalkreichem Bündnerschiefer fanden sich im Quadratfuß 37 Arten, auf dem ganzen Gipfel, etwa im Umfang einer Hektare, 78 Spezies aus 64 Gattungen.

Diese Bestände sind meist nur alle 2 Jahre geschnittene Mähder; der Ertrag ist gering, aber das Heu sehr kräftig. So wurden z. B. auf den

Schanfiggerheubergen pro Hektar nur 2—4 Meterzentner geerntet. Eine Heuprobe von einer Stelle, wo *Carex sempervirens* vorherrschte, ergab bei der chemischen Untersuchung 11,18 % Roheiweiß, 6,10 % Rohfett, 17,54 % Rohfaser, 43,51 % stickstofffreie Extraktstoffe und 7,67 % Asche; das Heu zeichnet sich also durch einen besonders hohen Gehalt an Fett aus. Wenn bewässert oder gedüngt wird, steigt Quantität und Qualität des Heus um ein beträchtliches, indem reichlich treffliche Futterpflanzen wie *Ligusticum mutellina*, *Phleum alpinum* und *Poa alpina* sich einstellen. Schon die geringe Feuchtigkeitszunahme kleiner Depressionen läßt mitten in der *Sempervirens*wiese kleine Mutternbestände auftreten.

Die Pflanze fehlt übrigens auch der Weide keineswegs; nur tritt sie im geschlossenen kürzeren Rasen derselben weniger hervor, wird aber im jungen Zustand vom Vieh eifrig gefressen.

Häufig spielt *Carex sempervirens* die Rolle eines Pioniers der Vegetation an steilen Halden; bei ca. 40° Neigung löst sich der Rasen in einzelne Horste auf. An Schutthalden bildet sich oft eine „Horstseggentreppe", analog der „Blaugrastreppe", wo jeder Treppenabsatz von einem Seggenhorst gebildet wird.

Die Höhenverbreitung der *Carex sempervirens* erstreckt sich von 800 m (in den Molassevoralpen der Hörnlirkette im Züricher Oberland, wo die Pflanze stellenweise noch bestandbildend auftritt, mit vielen andern Alpenpflanzen zusammen als Glazialrelikt)[1]) bis beinahe 3000 m (2900 m, Engadin, Braun). Ihr Hauptgürtel in den Schweizeralpen liegt bei 1700—2600 m; in Tirol geht sie nur bis 2470 m, nach v. Sarnthein. In den bayerischen Voralpen liegt ihr Gürtel viel tiefer (von 470 bis 2372 m) und sie figuriert hier unter den Charakterpflanzen der Heidevegetation des Lechfeldes (500—540 m) und der Garchinger Heide (450—500 m).

Auf der schwäbischen Alb, in der Bahr in Baden und in Oberschwaben im Illertal geht die Pflanze weit ins Vorland hinaus; erstere Standorte werden von Gradmann als Glazialrelikte, letztere als Anschwemmung erklärt.[2]) In Niederösterreich ist sie in der Krummholz- und Alpenregion häufig und steigt bis 1120 m herab.

---

[1]) Bemerkenswert ist die Tatsache, daß dort als Begleitpflanze des *Sempervirens*-Bestandes die *Festuca amethystina*, eine ausgesprochen voralpine Molassepflanze auftritt. Vergl. Hegi, G., Das obere Tösstal; Bull. herb. Boissier, Vol. . . . und Kägi, H., Botan. Wanderungen durch die Hörnli-Kette. Ber. d. schweiz. bot. Ges. Heft XV, 1905.

[2]) Vergl. Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern, bearbeitet von Eichler, Gradmann und Meigen, I. Stuttgart 1905 (Beilage zu den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 61. Jahrgang 1905).

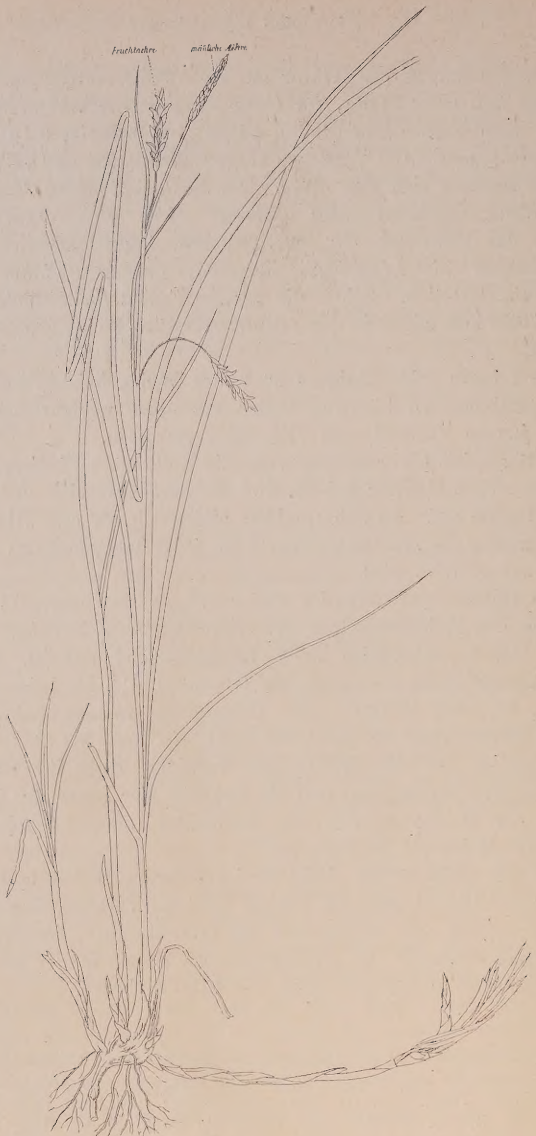


Fig. 143.

Die Rostsegge (*Carex ferruginea* Šcopoli, $^5/_9$ nat. Größe).

Stück einer größeren Pflanze; links ein steriler Trieb (Laubtrieb, Innovationssproß, Erneuerungstrieb); in der Mitte der Halmtrieb mit den lockerfrüchtigen, hängenden Fruchtähren. Der Halm bildet nicht das Ende eines reichbeblätterten Triebes wie bei *Carex sempervirens*, sondern trägt nur wenige Blätter; alle Triebe beginnen mit ganz kleinen, schuppenartig rostroten Niederblättern, welche nach oben allmählich in Laubblätter übergehen. Rechts ein verlängerter Ausläufer. Alle Triebe extravaginal, durchbrechend!
(Nach der Natur von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Die Allgemeinverbreitung läßt uns die Horstsegge als einen Bewohner der süd- und mitteleuropäischen Gebirge von den Pyrenäen und Apenninen bis zu den Karpathen und der nördlichen Balkanhalbinsel erkennen; auch dem Jura fehlt sie nicht, wohl aber den Vogesen. Wir zählen sie mit Christ und Frl. Jerosch zum endemisch-alpinen Ele-

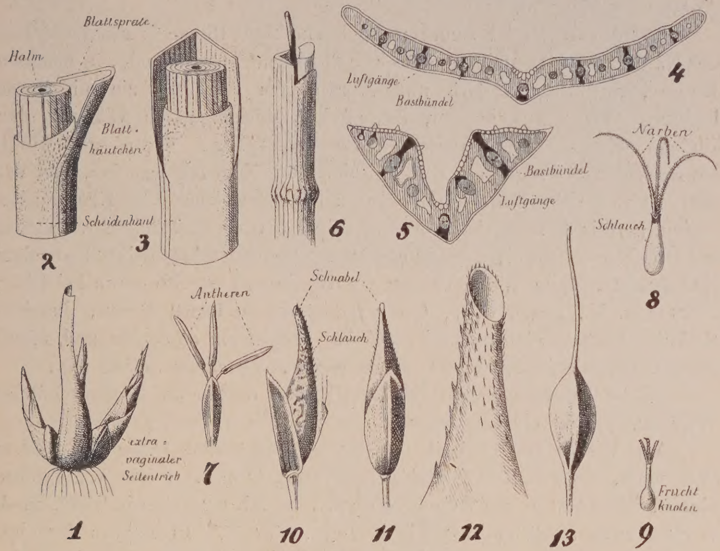


Fig. 144.

Die Rostsegge.
(*Carex ferruginea* Scopoli.)

1. ($^1/_1$). Basis eines Halmes mit den extravaginalen (durchbrechenden) Trieben. 2. ($^5/_1$). Mittelstück eines Halmblattes mit der Scheidenhaut und dem Blatthäutchen 3. ($^5/_1$). Dasselbe von vorn gesehen. 4. ($^{20}/_1$). Querschnitt durch eine Halmblattspreite. 5. ($^{20}/_1$). Querschnitt durch die Spreite eines Laubtriebblattes. 6. ($^5/_1$). Das scheidig entwickelte Tragblatt einer Ähre, deren Stiel oben herausragt. 7. ($^2/_1$). Männliche Blüte, aus 3 Staubgefäßen bestehend, mit ihrem Deckblatt. 8. ($^5/_1$). Weibliche Blüte, aus einem 3narbigen Stempel bestehend, in den Schlauch (das zusammengewachsene Tragblatt) eingehüllt. 9. ($^5/_1$). Die weibliche Blüte aus dem Schlauch herauspräpariert. 10. ($^5/_1$). Fruchtschlauch mit Deckblatt von der Seite. 11. ($^5/_1$). Dasselbe von vorn. 12. ($^{40}/_1$). Schnabel des Fruchtschlauches vergrößert. 13. ($^8/_1$). Das 3kantige Nüßchen, aus dem Schlauch herauspräpariert. (Nach der Natur von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

ment. Nahe verwandte Formen in Japan lassen auf alte Beziehungen der Gruppe zu Asien schließen.

Die **rostfarbige Segge** oder „Rostsegge“ (*Carex ferruginea* Scopoli. (Fig. 143 und 144).

Vielfach auch von gewiegten Sammlern mit der Horstsegge verwechselt, ist diese weitverbreitete, allerdings vorwiegend subalpine

Pflanze ausgezeichnet durch lange Ausläufer, an welchen in Abständen die ihre Mutterscheide durchbrechenden (extravaginalen [Fig. 144, 1]) Triebe entspringen. Die Halmtriebe sind seitenständig und tragen am Grunde zahlreiche glänzend rostrote, spreitenlose, scheidige Niederblätter, welche allmählich in die normalen Laubblätter übergehen (Fig. 143). Die weiblichen Ährchen sind feiner und länger gestielt und meist von Anfang an hängend.

Die Rostsegge ist schatten- und feuchtigkeitliebend; als Untergras des Nadelwaldes, Legföhrengebüschs und Alpenerlengesträuchs, in feuchten Runsen, auf Bergmähdern und Nordhängen bekleidet sie mit ihrem lockeren Rasen aus langen, schlaff herunterhängenden Blättern den Boden. Kerner hat zuerst diesen Bestand als Typus aufgestellt, als Besiedler der tonarmen Kalke in der nördlichen Alpenregion, von der oberen Grenze der Buchenregion bis zur oberen Grenze der Krummholzregion.[1]) Wir fanden sie in der Schweiz auf Kalk und Schiefer, seltener auf Urgebirge; besonders üppig auf kalkreichem Bündnerschiefer; so zeigte eine feuchte, steile Wildheurunse am Nordabfall des Montalin bei Chur, 2000 m ü. M., gegen 60 % *Carex ferruginea* in ihrem Rasen, daneben *Sesleria*, *Festuca violacea* und *pulchella*, *Hedysarum obscurum* und *Phaca frigida*, *Globularia nudicaulis*, *Erica carnea*, *Soldanella alpina* usw.

Solche Bestände liefern ein treffliches, duftendes, hochgeschätztes Wildheu, obwohl ein „Sauergras“ als Hauptbestandteil auftritt.

Als Waldwiese beginnt der Rostseggenbestand schon bei 750 m (Via mala, Schnebelhorn) und geht etwa 200 m über die Waldgrenze hinaus, bis 2400 m am Riffelberg ob Zermatt, bis 2600 m in Tirol, nach v. Sarnthein, 2680 m am Piz Beverin, Braun. In Bayern bewohnt die Pflanze die Region von 1621 bis 2210 m, als Begleiterin des Knieholzes; in Niederösterreich ist sie „auf felsigen, kräuterreichen Stellen der Krummholzregion bis zu der Alpenregion der Kalkhochgebirge häufig“ (Beck); selten in Schluchten der Voralpen oder herabgeschwemmt.

Auch sie ist ein endemisches Produkt der mittel- und südeuropäischen Gebirge (Alpen, Apennin, Jura, Karpathen, Montenegro, Herzegowina).[2])

Die **steife Segge** oder **Polstersegge** (*Carex firma* Host, Fig. 145 und 146).

Wer von St. Antönien im Prättigau durch das Gafiertal die Madrisa besteigt, der betritt im Hintergrund des Tals bei ca. 2300 m die „Gafierplatten“. Das ist ein merkwürdiges Stück Felsenlandschaft: eine vegetationsarme Schratten-

[1]) Pflanzenleben der Donauländer. S. 232—233.

[2]) Die Angaben von *C. ferruginea* aus dem Kaukasus von Christ und Frl. Jerosch werden von Radde nicht bestätigt; auch von den Pyrenäen, vom Altai und der Arktis ist sie nach neueren Quellen nicht bekannt (Ascherson und Graebner, Synopsis II, 2 S. 178; Ostenfeld, Flora arctica, Kopenhagen 1902).

Fig. 145.

Die Polstersegge (*Carex firma* L.).

Ein auf einem Schrattenkalkfelsblock am Pilatus oberhalb Aemsigen bei ca. 1500 m aufsitzendes Polster, dessen starkes Wurzelwerk bloßgelegt war. A. von außen; die schief aufsteigenden Grasblätter gehören einem auf dem Firmapolster angesiedelten Exemplar der *Sesleria coerulea* an. B. Schnitt mitten durch; deutlich hebt sich die äußere, aus ineinander sich schiebenden alten Blättern bestehende Decke von der zentralen kompakten Humusmasse ab (Orig. Phot.).

und Rundhöckerwüste aus grauweißem Kalk, das ausgedehnte, sanft ansteigende Gipfelplateau der Rätschenfluh bildend, und in mehreren Absätzen von 2300 m bis 2700 m sich aufschwingend. Echte, tief geschrundene Karrenbildungen wechseln mit gletschergeglätteten Rundhöckern und stark zerklüfteten, mannigfach verwitterten Felsformen. Wasserlos und windgefegt durch die rasenden Stürme der dünnen, evaporationskräftigen Alpenluft, bietet es den spärlichen pflanzlichen Besiedlern extrem xerophytische Bedingungen. Unter diesen fällt uns ein grasartiges Gewächs auf, das in dichten halbkugligen Polstern von beträchtlichem Umfang den Spalten des nackten Gesteins aufsitzt. Die Polster sind überdeckt von Rosetten flach ausgebreiteter, kurzer, starrer, in 3 Zeilen angeordneter Blätter, im Innern setzen sie sich zusammen aus zahllosen, dicht gedrängten und mit lange erhalten bleibenden Scheiden fest umschindelten Trieben. Auf dem Polster erheben sich, wie Nadeln aus einem Nadelkissen, steife Halme, 10—25 cm hoch, mit einem endständigen, männlichen und einem bis mehreren tiefer entspringenden, weiblichen, aufrechten Ährchen.

Das ist *Carex firma*, die Polstersegge, einer der auffälligsten grasartigen Bewohner des Kalkgebirges, der die obersten Rasen dieser Gebiete bildet und einen eigenen Wiesentypus, den Polsterseggenrasen, darstellt. Es ist eine ausgesprochen xerophytisch angepaßte Pflanze: die derben, lederigen, immergrünen Blätter mit starker Cuticula sprechen dafür, trotz der großen Interstitien des Parenchyms; auch der Polsterwuchs bildet eine schöne Anpassung an den windgefegten Standort. Die Triebe sind dichtgedrängt, die grünenden Enden derselben bilden eine zusammenhängende Decke über dem Horst. An den einzelnen Trieben liegen die Blätter dichtgeschindelt in 3 Zeilen übereinander: ich zählte bis 20 noch gut erhaltene Scheiden und Spreiten. Die Scheide ist dem Triebe angedrückt, die Spreite steht senkrecht ab, und so bildet das Ganze eine dicht verflochtene Masse, in der die abstehenden, steifen, kurzen Spreiten nach allen Richtungen sich kreuzen. Unter dieser etwa 2,5—3 cm dicken Decke folgt ein kohlschwarzer, von feinem Wurzelgeflecht dicht durchzogener Humus (Fig. 145). In demselben kann man die Triebe noch weit herunter verfolgen bis 6—10 cm (Fig. 146); die Scheiden sind an diesem wurzeltragenden Stück vollständig verwittert und nur noch in Form weißlicher Fasern nachzuweisen. Weiter unten zerfällt der Trieb und es bleibt nur noch ein dichtes, humusdurchsetztes Geflecht feiner Wurzeln (ohne Wurzelhaare) übrig. Wir können also an jedem Triebe vier ökologisch verschiedene Regionen unterscheiden: die unterste steckt im Humus, bildet zahlreiche Wurzeln und trägt nur noch die Faserreste der Scheiden; die zweite ist von aufwärts angedrückten Scheiden besetzt, deren Spreiten abgewittert sind, die dritte trägt tote, gebräunte, aber vollständige Blätter, mit noch erhaltener, gelbbrauner Spreite, und das vierte, oberste, ganz kurze Stück trägt die grünen, lebenden Blätter (Fig. 146). Der Halm entspringt seitlich aus der Achsel eines oberen Blattes, intravaginal, wie alle Triebe dieses extremen Horstbildners; die Endknospe der Laubtriebe wächst ständig weiter.

So stellt also unsere Polstersegge ein Häufchen Humus vor, auf einer Spalte dem nackten, windgefegten Fels aufsitzend. Die Erdmasse würde unfehlbar in alle Winde zerstreut werden, wenn nicht eben das Polster selbst als schützende, zusammenhaltende Hülle sich darüber

Der mit 3 zeilig angeordneten Blättern dicht besetzte Trieb besteht aus 4 aufeinanderfolgenden Altersstufen: Der unterste, älteste Teil hat die Blattreste völlig verloren und trägt die Wurzeln; der folgende ist noch von verwitterten Blattscheiden bekleidet, welche aber die Spreiten abgeworfen haben; der dritte, längste und auffallendste Sproßteil trägt einen dichten Schopf dichtgedrängter, toter und fahler, aber noch ganz erhaltener Bätter, und zu oberst endlich sitzen 3 lebende Blätter, auf der Zeichnung schwarz gehalten. (Nach der Natur v. L. S.)

Fig. 146.
Ein Trieb der Polstersegge.
(*Carex firma* L.)

ausbreiten würde. Der Humus und die Blattdecke mit ihren zahllosen, kapillaren Hohlräumen wirken wie ein Schwamm, der die einmal eingesogene Feuchtigkeit lange festhält und so ein Wasserreservoir bildet. So sehen wir in diesen Polstern Pflanzengestalten, die sich ihren Humus selbst schaffen und zugleich für dessen Zusammenhalt und dauernde Befeuchtung sorgen. Eine merkwürdige, scheinbar ganz zufällige Analogie besitzen diese Polsterpflanzen in manchen tropischen Luftpflanzen

(Epiphyten), die auf Baumästen leben und ebenfalls ihren Humus selbst sammeln und schützen. In beiden Fällen haben wir als wirkende Ursache die Sterilität und Trockenheit des Standorts.

Auffallend für eine Gratpflanze ist die zuerst von OETTLI[1]) hervorgehobene „liederliche" Bewurzelung unserer Pflanze: die Polster lassen sich in der Tat sehr leicht abheben, leiden auch stark vom Steinschlag und Lawinen und finden sich oft massenhaft angehäuft auf Lawinenkegeln und am Fuß steiler Halden. OETTLI bezweifelt denn auch ihre Xerophytennatur; er fand sie auch vorzugsweise auf „während längerer Zeit berieselten" Felsen. Es bliebe aber, meines Erachtens, zu untersuchen, ob nicht diese lange andauernde Feuchtigkeit gerade der wasserhaltenden Eigenschaft der Carexrasen zu danken ist. Denn andererseits bewohnt sie doch am häufigsten zweifellos xerophytische, exponierte Gratstandorte. — Wie die *Sesleria* und der *Nardus*, so geht auch *Carex firma* ausnahmsweise auf den Sumpf! J. BRAUN hat sie in der Verlandungszone des Lenzer Heidsees bei 1490 m beobachtet, auch anderwärts an ähnlichen Standorten; Verf. fand sie im typischen Flachmoor mit *Trichophorum caespitosum*, *Deschampsia caespitosa*, auch *Sesleria uliginosa* an mehreren Stellen in St. Antönien. Im Sumpf ist aber, wie bei *Sesleria*, der polsterförmige Wuchs nicht mehr so ausgeprägt.

KERNER hat zuerst darauf hingewiesen, daß *Carex firma* als oberster Rasenbildner in den Kalkalpen dieselbe wichtige Rolle spielt, wie *Carex curvula* auf dem Urgebirge. Er stellt in seinem „Pflanzenleben der Donauländer" zuerst die „Formation der steifen Segge" auf und sagt von ihr:

„Diese Pflanzenformation ist unstreitig eine der am schärfsten ausgesprochenen, konstantesten und verbreitetsten im ganzen nördlichen Kalkalpenzuge. Ihre eigentliche Heimat bilden dort die in der Trias-Lias-Zone sich erhebenden, aus Dachsteinkalk gebildeten Alpenhöhen, die an der salzburgisch-steirischen und österreichisch-steirischen Grenze ihre großartigste Entwicklung erlangen, und sie findet sich dort ebensowohl auf den steinigen, breiten Flächen der plateauartigen Hochrücken, wie auch auf den schmalsten Gesimsen der steil aufragenden Hörner und Zacken, auf denen sie mit ihren starren, dichten Grasflecken den letzten Ausklang der zusammenhängenden Wasenteppiche bildet."

Sie bewohnt in der Schweiz die Kalkalpen und Nagelfluhvoralpen von 1600—2900 m, steigt aber stellenweise tief herab (1000 m im Weißbachtal, St. Gallen und als weit vorgeschobener Posten — Glazialrelikt? postglaziale Einwanderung? — am Welschenberg 1300 m und Dürrspitze 1150 m). In den bayrischen Alpen bewohnt sie die Höhe von 1500 bis 2580 m, steigt aber auch sehr tief herab, so z. B. im Nesselgraben bei Reichenhall, auf dem Isarkies bei Lenggries, Tölz und München (HEGI); in der Klamm oberhalb Ellmau am Aufstieg zum Schachen fanden wir sie auf den Kalkfelsen häufig schon bei 1000 m, mit *Sesleria*, *Valeriana saxatilis*, *Primula auricula*, *Saxifraga caesia* und *Pinus montana*; in Niederösterreich geht sie bis 800 m hinab.

Es ist eine spezifisch alpin-karpathische Pflanze, in den westlichen

[1]) MAX OETTLI, Beiträge zur Ökologie d. Felsflora. — Heft 3 der „Bot. Exkursionen u. pfl.-geogr. Studien in d. Schweiz", herausgegeben von C. SCHRÖTER. Zürich, bei A. RAUSTEIN 1905.

Alpen zerstreut, östlich bis Niederösterreich, Steiermark und Kärnten streichend, in Krain bereits fehlend, also zum endemisch-alpinen Element gehörig.

Die Krummsegge (*Carex curvula* Allioni [Fig. 147]).

Wenn wir im alpinen Hochsommer, etwa Ende Juli, auf hoher Warte über ein begrüntes, hochalpines Urgebirgsrevier blicken, so fällt uns auf, daß von ca. 2200 m an jede Terrainwelle auf ihrem trockneren Wellenberg mit gelbbraunem Rasen bedeckt ist, während die feuchten Vertiefungen grün erscheinen. Es sieht aus, als ob ein gigantischer Maler mit einem in Ocker getauchten Riesenpinsel die grünen Matten leicht überstrichen hätte, so daß alle Vorragungen etwas von der Farbe abkriegten!

Diese charakteristische Färbung ist nicht etwa einfach die Vergilbung des Rasens durch beginnenden Herbsteinfluß, der auf den trockenen Hügeln früher sich geltend macht: es ist vielmehr die Charakterfarbe eines Wiesentypus, der in weitester Verbreitung auf kalkarmem Substrat die oberste Rasendecke bildet, des „*Curvuletums*“ oder des Typus der *Carex curvula*. Sie wurde zuerst von Kerner als „Formation der gekrümmten Segge“ beschrieben (Pflanzenleben der Donauländer, S. 273), später in der Schweiz als „Krummseggenrasen“ bezeichnet.

Die Krummsegge, welche in diesem Rasen weitaus dominiert, bildet dichte, feste Horste, aus aufrechten, fest zusammengepackten, umscheideten Trieben bestehend, welche von vielen Lagen brauner, schwer verwitternder Scheidenreste älterer Blätter umgeben sind. Dieses Triebpacket ist 3—5 cm hoch und steckt größtenteils in der Erde.

Die Entstehung und der morphologische Zusammenhang eines solchen Curvulapolsters ist grundverschieden von dem eines „*Firma*“-kissens. Niemals bildet die Krummsegge einen hochgewölbten oder gar fast kugligen Horst: er ist stets eben; alle Triebe gehen dichtgedrängt am Grunde auseinander hervor und verlängern sich nicht, so daß der Zusammenhang nur durch die ganz unmerklichen Stücke eines nach allen Seiten ausgebreiteten Erdstocks vermittelt wird. Jeder Trieb ist schmal zylindrisch und besteht aus einem dichten Paket verwitterter brauner Scheiden, 5—7 übereinander (Fig. 147, B). Das grüne Herz des Triebes wird von 2—4 lebenden Blättern gebildet, deren äußerstes noch eine zarte, häutige Scheide von der Länge des Triebes besitzt; die 2—3 inneren Blätter dagegen sind noch scheidenlos und werden erst später durch lebhaftes Wachstum am Grunde herausgeschoben. Sie sind auffallenderweise auch an den fest eingeschachtelten Partien, also im Dunkeln, grün gefärbt. Ganz tief unten liegt, sorgsam eingehüllt, der wachsende Scheitel des Triebes. Irgendwelche verlängerte Internodien kommen nicht vor, alles sitzt dicht beieinander. Der Halm ist mittelständig, d. h. er geht aus der sich verlängernden Knospe eines beblätterten Triebes hervor, der infolgedessen abstirbt und durch einen

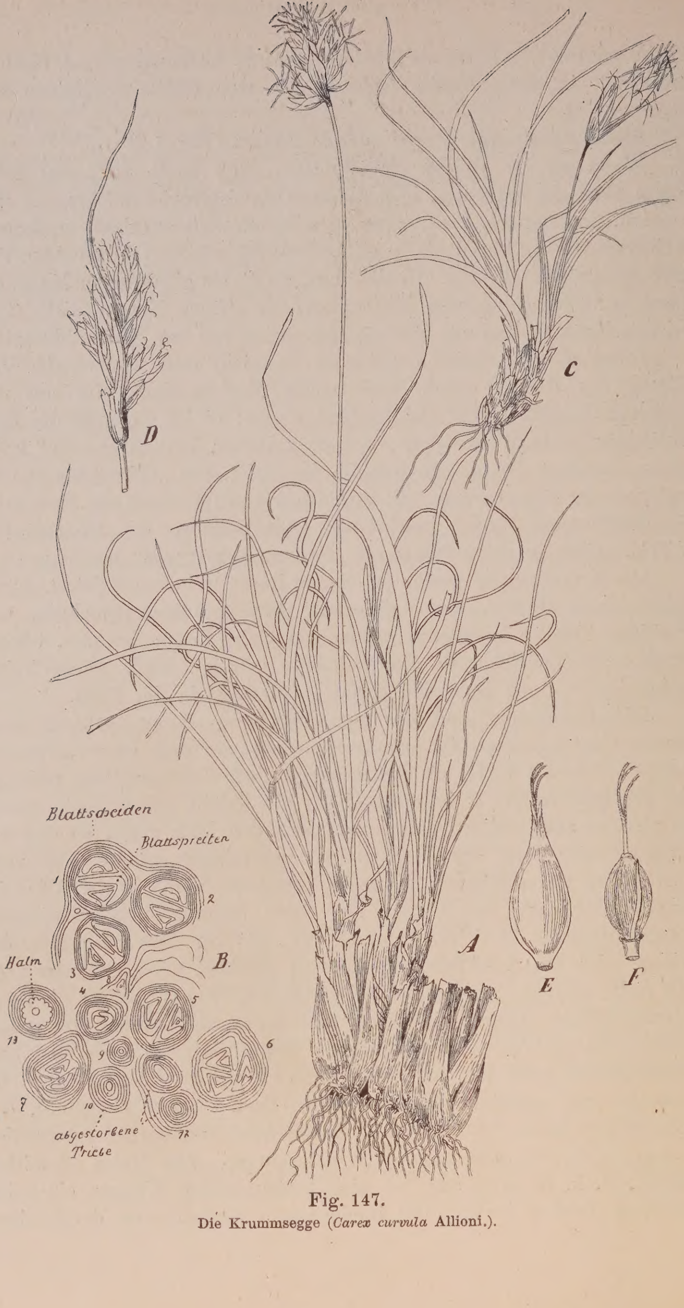


Fig. 147.
Die Krummsegge (*Carex curvula* Allioni.).

Erläuterung zu Fig. 147.

A. Ganze Pflanze in natürlicher Größe; am Grunde die dichtgestellten, in die zuletzt faserig aufgelösten Scheiden fest eingepackten Triebbasen. Die Blätter größtenteils mit gekrümmter Spitze, woher der Name der Pflanze stammt. An der Spitze des Halmes das Köpfchen, aus mehreren Ähren bestehend in voller Blüte, mit weit herausragenden Staubblättern. B. Ein schematischer Querschnitt durch einen Horst. Lebende Blatttriebe sind 1—7, umgeben von einer vielfachen Hülle von Blattscheiden („Strohtunika"); im Zentrum sieht man die Querschnitte der Blattspreiten, das „Herz" der Triebe; abgestorbene Blatttriebe sind 8—12, nur noch aus dem Convolut verwitterter Scheiden bestehend, welches eine leere Höhlung umgibt; ein Halmtrieb ist in Nr. 13 getroffen. C. ($^1/_1$). Ein Exemplar der hochalpinen Zwergform (forma *pygmaea* Holler) vom Gipfel des Bucsecs in Siebenbürgen bei 2500 m leg. Dr. v. Degen. D. ($^1/_1$). Blütenstand eines Exemplars mit laubartigem, langem Tragblatt (var. *Rodnensis* Porcius, *longearistata* Steiger) von der Alpe di Vigone im Misoxertal, Kt. Graubünden bei 2250 m leg. E. Steiger. E. ($^5/_1$). Schlauch mit den oben herausragenden Narben der Frucht. F. ($^5/_1$). Die aus dem Schlauch herauspräparierte Nußfrucht. Am Grunde derselben entspringt die Borste, welche der bei den meisten Seggen völlig unterdrückten „Sekundenachse" entspricht (siehe das Schema bei Fig. 149!).
(Nach der Natur A, C, D von L. S.; B, E, F von C. S.)

Seitentrieb ersetzt wird (also sympodiale Entwicklung). Alle Seitentriebe sind „umscheidet", sie entwickeln sich fest eingepackt in der Mutterscheide und haben ein langes Vorblatt.

Die zahlreichen, kräftigen und tiefgehenden Wurzeln entspringen alle in ungefähr gleicher Höhe; teilweise wachsen sie zwischen den Triebpacketen aufwärts und umspinnen sie mit feinen Fasern. Die alten, abgestorbenen Triebe bleiben noch lange als Scheidenpacket und zuletzt als Faserschöpfe erhalten und figurieren als Humusbildner, Erdfänger und Wasserhalter. Wenn man einen älteren Horst scharf quer durchschneidet, so leuchten die angeschnittenen lebenden Triebe als zerstreute helle Flecke aus der dunkeln Grundmasse der Scheiden, Wurzelfasern und Triebresten hervor (Fig. 147, B).

Die grünen Blattspreiten sitzen den braunen Scheiden auf, sind schmal (höchstens 2 mm breit), dicklich, rinnig eingekrümmt und besitzen schon sehr früh ein abgestorbenes, gelbliches, lockenförmig gekrümmtes Ende. Diese toten Blattspitzen sind es, welche dem Curvuletum schon mitten in seiner vollen Vegetation jenes fahle Aussehen verleihen, das einen absterbenden Rasen vortäuscht. Die vergilbten Blattpartien sind ausnahmslos, auch in den frühesten Stadien, von einem Pilz befallen,[1]) dessen Sporenfrüchtchen als kleine schwarze Pünktchen leicht zu erkennen sind. Ob das Absterben von selbst erfolgt und der Pilz nachträglich einwandert, oder ob er die Ursache des Absterbens ist, wie Dr. Schellenberg vermutet, bleibt noch durch Infektionsversuche zu untersuchen. Es wäre sehr wohl denkbar, daß die todten, lufthaltigen, sich mannigfach kreuzenden Spreitenteile einen Wind- und Kälteschutz für die darunter liegenden grünen Teile bilden. Sie sind stets durch ein rotes Querband gegen den lebenden unteren Teil der Spreite scharf abgegrenzt. Nur beim ersten Austreiben nach der Schneeschmelze erscheint *Carex curvula* grün; sehr bald tritt die Verfärbung der Blattspitzen ein und sie schreitet dann rasch rückwärts.

---

[1]) Es ist *Pleospora Elynae* (Rabh.) Cesati et De Notaris (teste Schellenberg).

Die spärlich auftretenden Halme sind 5—20, selten bis 43 cm hoch, vollkommen glatt und meist leicht gebogen. Sie tragen am Ende ein kleines dunkelbraunes Köpfchen aus mehreren Ähren, von denen jedes unten weibliche, oben männliche Blüten erzeugt. Die Tragblätter der einzelnen Ähren und die Deckblätter der Blüten sind dunkelbraun gefärbt mit weißem Hautrand. Bemerkenswert ist, daß die Schläuche in ihrem Innern neben der Frucht ein deutliches Rudiment der bei *Carex* sonst meist ganz verschwundenen „Sekundanachse" zeigen, die nur bei *Carex microglochin* kräftig entwickelt ist (s. unten). (Fig. 147, F).

Die Krummsegge ist noch in höherem Grade ein geselliger Rasenbildner als das Borstgras oder die Polstersegge. Auf stundenweiten Strecken führt sie im hochalpinen Revier des Urgebirgs das Szepter, von der Baumgrenze an bis hinauf zu den letzten Rasenflecken der Nivalregion alle nicht zu feuchten und nicht zu steilen Stellen in den fahlen Ton hüllend, der in dem düsteren Stimmungsbild unserer Urgebirgslandschaften einen so hervorstechenden Charakterzug bildet. Die raschelnden Blätter liefern eine spärliche Ziegen- und Schafweide, für das Großvieh ist sie zu mager.

Im Kalkgebirge fehlt sie oder findet sich nur dort, wo ein dichtes Humuspolster als Isolierschicht dient oder wo kalkarme und tonreiche Schichten den Kalk durchsetzen: so in den südtiroler Dolomiten auf dem Melaphyr.

Am Schlern überrascht den Wanderer am Wege vom Schlernhaus zur Rothert-Spitze plötzlich, mitten in der Kalkflora, ein kleiner Fleck eines typischen Curvuletums auf einem schmalen Melaphyrband, und mit der Krummsegge stellen sich auch ihre typischen Begleiter ein (*Avena versicolor*, *Agrostis alpina*, *Vaccinium uliginosum*, *Gentiana brachyphylla*, *Androsace obtusifolia* usw.) Ebenso am Abstieg vom Nuvolaun gegen die „Cinque Torri", wo kalkfliehende Krummseggenbestände, und kalkliebende Polsterseggenrasen (*C. curvula* und *firma*) dicht aneinander grenzen.[1]) Solche haarscharfe Abgrenzungen von „Curvuletum" und „Firmetum" treffen wir häufig an der Grenze von Urgebirge und Kalk: so z. B. am Abhang des Piz Murtera im Scarltal im Unterengadin,[2]) wo bei ca. 2500 m ein kleines Bächlein längs der Grenze von Gneiß und Dolomit läuft; es trennt scharf das *Curvuletum* mit *Sesleria disticha*, *Festuca Halleri*, *Luzula lutea*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Chrysanthemum alpinum*, *Gentiana punctata* usw., vom „*Firmetum*" mit den Kalkzeigern *Sesleria coerulea*,

---

[1]) Das Curvuletum zeigt dort, auf Melaphyr bis ca. 2400 m, folgende Begleiter: *Salix herbacea*, *Poa alpina*, *Armeria alpina*, *Salix reticulata*, *Homogyne alpina*, *Trollius europaeus*, *Silene norica*, *Agrostis alpina*, *Potentilla aurea*, *Soldanella pusilla*, *Gentiana latifolia*, *Polygonum viviparum*, *Luzula spadicea*, *Hedysarum obscurum*, *Carex atrata*, *Loiseleuria procumbens*, *Selaginella selaginoides*, *Gentiana punctata* und *brachyphylla*, *Saxifraga androsacea*; am Rande, durch den Einfluß von Kalkblöcken erklärlich, die beiden Kalkfreunde *Sesleria coerulea* und *Soldanella minima*.

[2]) Ein Besuch im Val Scarl, von Dr. J. Coaz und C. Schröter, mit einem mykologischen Anhang von H. C. Schellenberg. — Bern 1905 S. 40.

Dryas octopetala und *Arabis pumila*. — Ganz selten verirrt sich *C. curvula* in das *Seslerietum* (*S. coerulea*), so z. B. an der Rollspitze in der Hühnerspielgruppe am Brenner auf Phyllit bei 2700 m.

Die unterste Quote, bei welcher *Carex curvula* zu herrschen beginnt, liegt zwischen 1750 und 2600 m. Am tiefsten setzt das Curvuletum nach unseren Beobachtungen am Sekkauerzinken ein, dem östlichen, Hochgipfel der niederen Tauren, in den ostnorischen Zentralalpen, aus Gneiß- und Glimmerschiefer aufgebaut; dort tritt am Nordhang schon bei 1750 m oberhalb der Schwaigerhütten ein typischer Krummseggenrasen auf (mit *Sesleria disticha, Campanula alpina, Silene pumilio* und *Festuca varia*); bei 1950 m beginnt das Curvuletum am Bernhardinpaß und an der Grimsel, bei 2300 m am Hühnerspiel im Brennergebiet und im Berninagebiet, bei 2600 m am Riffelberg bei Zermatt. Die letzten Ausläufer eines zusammenhängenden Curvula-Rasens reichen bis 3000 m; bei dieser Quote fand ich am „Plattje" am Monte Rosa noch eine ausgedehnte, gelbe Fläche von Curvuletum; auch hier zeigten alle Blätter den Pilz. Nirgends werden tiefe Standorte angegeben. Die Pflanze steigt kaum unter die Baumgrenze.

Unter den Begleitarten sind die konstantesten: die zweizeilige Sesleria (*Sesleria disticha*) und der Bunthafer (*Avena versicolor*), beide oft herrschend werdend; das zierliche Alpenstraußgras (*Agrostis alpina*) spinnt den Schleier ihrer feinen Rispen über den Rasen, neben *Agrostis rupestris*; das Nacktried (*Elyna Bellardii*) fehlt hier ebensowenig als beim Firma-Rasen. Das monotone Bild wird farbig belebt durch die gelben Sonnen des Alpenhabichtskrautes (*Hieracium alpinum*), des Pyrenäen-Milchkrauts (*Leontodon pyrenaicus*), des Krainer Kreuzkrauts (*Senecio carniolicus*), die blauen Blütenköpfchen der halbkugligen Rapunzel

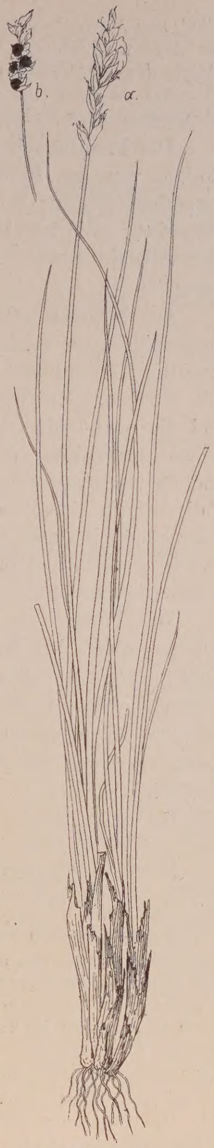


Fig. 148.

Bellardis Nacktried.
(*Elyna Bellardii* [Allioni] Koch.)

a. Teil eines umfangreichen Horstes mit blühendem Halm. b. Eine Fruchtähre, vom Brandpilz der Carexfrüchte befallen (*Cintractia caricis* [Pers.] P. Magnus = *Ustilago urceolorum* Tulasne). (Nach der Natur von L. S.)

(*Phyteuma hemisphaericum*, in den Ostalpen *Ph. confusum*), die weißen Sterne der Alpenwucherblume (*Chrysanthemum alpinum*) und die leuchtend blauen Blüten des kurzblättrigen Enzians (*Gentiana brachyphylla*). Das Curvuletum alterniert mit Nardetum oder Agrostidetum, geht an feuchten Stellen in Schneetälchenrasen über und wird oft durch Azaletum ersetzt.

Die Pflanze gehört ausschließlich den mitteleuropäischen Gebirgsländern von den Pyrenäen bis zu der Balkanhalbinsel und den Ostkarpathen (bis zur Kaschau-Eperjeser Bruchlinie); sie fehlt den Westkarpathen. Sie ist ein Produkt der hochalpinen Natur und zeigt durch ihre Alleinherrschaft auf weiten Strecken, daß sie derselben trefflich angepaßt ist.

Der Krummsegge schließt sich unter den Sauergräsern pflanzengeographisch am nächsten das **Nacktried** an, *Elyna Bellardii* (Fig. 148). Wie die Krummsegge bildet sie dichte, ebene Polster vom Nardustypus mit braunen, glänzenden Scheiden; die Blätter sind aber borstenförmig und die endständige Ähre auf dem 10—20, selten 30 cm hohen Halm schmal zylindrisch. Im schlauchartigen Deckblatt der Frucht sitzt — und das ist unter den alpinen Cyperaceen nur bei dieser Gattung der Fall — noch eine männliche Blüte an der verlängerten Sekundenachse. Sehr häufig ist auch hier die Frucht durch einen Brandpilz (*Cintractia caricis*) zerstört und durch eine schwarze Kugel von Sporenpulver umgeben (Fig. 148, b).

Die Pflanze ist ein humusbewohnender Trockenheitszeiger, indifferent gegen den Kalkgehalt, der den beiden obersten Rasenbildnern *Carex curvula* und *firma* sich beimischt und sie an besonders exponierten Gratstandorten oft vertritt, häufig auf den Felsen übergehend. Sie ist eine arktisch-altaisch-alpine Spezies, die von den Pyrenäen über Alpen, Abruzzen, Montenegro, Karpathen bis zum Kaukasus, Ural und Afghanistan streicht; in den Alpen steigt sie nur wenig unter die Baumgrenze (Wallis 1900—3100 m, bayerische Alpen 2050—2580 m, Tirol 1220—2840 m, nach v. Sarnthein).

Noch zahlreiche andere alpine oder alpenerreichende Seggenarten bewohnen die Trocken- und Frischwiesen, ohne ausgesprochene Feuchtigkeitszeiger zu sein. Typische Bewohner höherer Gebirgslage sind folgende:

Carex atrata, die geschwärzte Segge, mit tintenschwarzen, zuletzt überhängenden Ähren, von arktischem[1]) und altaisch-alpinem Charakter, häufig auf dem Rasen der Milchkrautweide, der Horstseggenhalde und des „Firmetums", im Wallis von 1500—2600 m; die Abart ***aterrima,*** mit hohem, zierlich gebogenem Halm und großen, bis 2 cm langen, schwarzen, nickenden Ähren, eine der stattlichsten Erscheinungen unter den Alpenseggen, oft auf Mähewiesen, und im Grünerlengebüsch bis 2500 m, nur in den Alpen und Karpathen zu Hause; die

---

[1]) Ascherson u. Graebner, Synopsis, II, 2 S. 99 erwähnen *C. atrata* nicht aus der Arktis; nach Ostenfeld kommt sie fraglich im arktischen Nordamerika, sicher an der Jenissei-Mündung, Tschuktschenland und im arktischen Grönland (bis 63°) vor.

Unterart ***nigra,*** mit dicht zusammengezogenen Köpfchen aus aufrechten Ähren, Weide und Geröll bewohnend, im Wallis zwischen 2000—3100 m; fehlt nach Ostenfeld in der Arktis, ist aber in Skandinaviens Bergen zu Hause, ferner in den ganzen Alpen, Pyrenäen, Kleinasien und Kaukasus.

Carex ericetorum var. ***approximata,*** die gehäuftährige Segge, ist eine Rasse der Heidesegge, welche die Alpen und Karpathen bewohnt, besonders auf Kalk, auf der Weide und auf Humuspolstern.

Aus der Ebene steigen folgende Seggenarten in die Alpenregion:

Carex leporina, die Hasenpfoten-Segge, mit bräunlichen Ähren, eine verbreitete Pflanze des europäischen und amerikanischen Waldgebiets, im Wallis bis 2500 m ansteigend, häufig auf der Milchkrautweide (fehlt den bayrischen Alpen, nach Hegi).

Carex pallescens, die bleiche Segge, durch ihre grünen, glatten, glänzenden, eirunden, stumpfen Fruchtschläuche leicht zu erkennen, steigt von der Ebene bis 2200 m, und wird besonders auf der Milchkrautweide häufig und gern gefressen (fehlt den bayrischen Alpen, nach Hegi); es ist ein ausgesprochen „silvestres" Element, dem Waldgebiet der alten und neuen Welt angehörig.

Carex ornithopus, die Vogelfußsegge, ist ebenfalls ein in den Alpen aufsteigender Bürger der Waldregion; in den Alpen bildet sie eine Abart mit glänzenden, schwach behaarten Schläuchen und dunkel kastanienbraunen Deckblättern (var. *alpina* Kückental = *elongata* Leybold).[1])

§§. 2. Die alpinen Sauergräser des nassen Bodens und des Wassers (also der Sumpfwiesen, Moore, Quellfluren und Verlandungsbestände der Seen).

§§§ 1. Seggenarten (*Carex*).

Goodenoughs Segge oder **gemeine Segge** (*Carex Goodenoughii* Gay = *C. vulgaris* Fries [Fig. 149, B]) ist neben den 4 erst besprochenen xerophytischen Arten *C. sempervirens, ferruginea, firma* und *curvula* die häufigste bestandbildende Carexart der Alpen. Sie ist ausgezeichnet durch eine kriechende Grundachse, beim Trocknen einwärts gerollte Spreiten und zierlich grün und schwarz gescheckte, dichtfrüchtige Fruchtähren mit 2 Narben. Sie bildet allermeist den dominierenden Bestandteil alpiner Sumpfwiesen und Flachmoore („*Goodenovietum*"), ausgedehnte bläuliche Moorwiesen mit oft beträchtlicher Torflage bildend, in der Verlandungszone der Seen auf den Gürtel von *Carex ampullacea* oder *Eriophorum Scheuchzeri* landwärts folgend und in *Trichophoretum* (*caespitosum*) übergehend; sie mischt sich aber auch hier und da in einer kleinen Form dem Curvuletum bei. Auch in der Ebene ist sie häufig und steigt von dort bis 2700 m (Findelen, Wallis und 2500 m in Tirol, nach v. Sarnthein).[2])

[1]) Eine andere Abart, die von Ascherson und Graebner für eine gute Art erklärt wird (*C. ornithopodioides* Hausm.), mit gebogenen Halmen, ist eine Geröll- und Felsenform der Kalkalpen.

[2]) Vergl. die ausführliche Darstellung dieses Wiesentypus bei Stebler, Die Streuewiesen der Schweiz; Landw. Jahrbuch d. Schweiz, Bd. XI, 1897, S. 1—84 (Goodenovietum S. 38—44).

Fig. 149.

Kleinborstige und Goodenoughs Segge.

Erläuterung zu Fig. 149.

A. Kleinborstige Segge (*Carex microglochin* Wahlenberg); ganze Pflanze in nat. Größe, von Sils Maria, Oberengadin, mit reifen Fruchtähren. 1—4. Sukzessive Stadien der Ähre von der Blüte bis zur Frucht, das allmähliche Herabbiegen der Fruchtschläuche zeigend. Die kleinborstige Segge ist von allen übrigen alpinen Seggen durch die aus dem Fruchtschlauch herausragende Borste scharf unterschieden. Die Bedeutung derselben ist aus dem Schema der Ähre ersichtlich. Dieses stellt eine endständige Ähre dar; die Achse derselben, die Primanachse I, entspricht dem Ende des Halmes. An ihr stehen die Deckblätter (auch „Bälge" genannt). In der Achsel der unteren Deckblätter entwickelt sich das einblütige weibliche „Ährchen". Es besteht aus der Ährchenachse oder „Sekundanachse" II, welche der Borste entspricht. Sie trägt ein schlauchförmig entwickeltes Hochblatt (Schlauch), welches in seiner Achsel die aus dem Stempel bestehende weibliche Blüte birgt (N = Narben). Der Fruchtschlauch, Schlauch oder „utriculus" ist also das Deckblatt der weiblichen Blüte, welches mit seinen Rändern zum Schlauch verwachsen ist, der auch die Sekundanachse einschließt. Links ist ein Fruchtschlauch mit Borste und Narben gezeichnet, oben eine der mehreren männlichen Blüten.

B. Goodenoughs Segge oder Gemeinsegge (*Carex Goodenoughii* Gay = *vulgaris* Fries). Ein Exemplar in nat. Größe, vom Albulapaß bei 2200 m, mit den deutlich entwickelten Kriechtrieben. (A und B nach der Natur von L. S.; das Schema von C. S.)

Begleitpflanzen der Gemeinsegge sind außer den unten genannten Carices namentlich folgende Arten: Die Rasenbinse (*Trichophorum caespitosum*), die wenigblütige Teichbinse (*Heleocharis* [*Scirpus*] *pauciflora*), das Quellried (*Blysmus compressus*), das vielährige, das breitblättrige und Scheuchzers Wollgras (*Eriophorum polystachyon*, *latifolium* und *Scheuchzeri*), zahlreiche Binsen (*Juncus alpinus*, *triglumis*, *filiformis*, *Jacquini*, und die seltenen *arcticus* und *castaneus*), der kräftige Alpenschnittlauch (*Allium schoenoprasum* var. *foliosum*), der Sumpfdreizack (*Triglochin palustre*), der Kronlattich (*Willemetia stipitata*) und das nickende Weidenröschen (*Epilobium nutans*).

In diesen Flachmooren der Alpen treten noch andere interessante Seggen auf. Die **kleinborstige Segge** (*Carex microglochin* Wahlbg. [Fig. 149, A]) ist ein schmächtiges, kriechendes Pflänzchen mit wenigen borstlichen Blättern und spärlichem, spannenhohem Halme, an dessen Ende wie Widerhaken wirkende, mit einer langen, spitzen Borste (der verlängerten Sekundanachse) begleitete Früchte sitzen, bereit, von vorbeistreifenden Tieren verbreitet zu werden (vergl. das Schema Fig. 149). Sie kommt sehr zerstreut von Savoyen bis Südtirol vor (Durontal, am Abstieg vom Seisseralpenhaus nach Campitello).[1] In Savoyen findet sie sich am Mont Cenis zwischen Bessans und Bonneval in der Maurienne, in den Schweizeralpen im Wallis u. a. bei Mauvoisin, im Eifischtal, nicht in Zermatt; im italienischen Griestal (Formazza) bei Morasco, in Graubünden am Albulapaß, Bernina-Heutal (2200 m), Sils, Ponte, Scarltal, Avers, Arosa, S. Bernardino, Sertig, und ganz isoliert im Kanton Appenzell bei Brüllisau und Petersalp ob Urnäsch. In den bayerischen Alpen

[1]) Dort fanden wir auf einem ausgedehnten „Goodenovietum" des ebenen Talbodens zwischen Soricia und Duronalp bei ca. 1950 m: *Carex Goodenoughii*, *dioeca*, *Davalliana*, *lepidocarpa*, *panicea*, *grypus*, *rostrata*, *capillaris*, *microglochin* und *canescens*, ferner *Sesleria coerulea* var. *uliginosa*, *Juncus triglumis*, *alpinus*, *arcticus* und *filiformis*, *Eriophorum polystachyon*, *Trichophorum caespitosum*, *Heleocharis pauciflora*, *Blysmus compressus*, *Equisetum variegatum*, *Thalictrum alpinum*, *Euphrasia montana*, *Gentiana bavarica* und *nivalis*, *Trifolium badium*, *Pedicularis palustris*, *Comarum palustre*, *Epilobiun nutans*.

fehlt sie, tritt aber auf den Hochmooren des Voralpenlandes von 540 bis 830 m auf, auf Torf und Ton. In den österreichischen Alpen findet sie sich bei Nauders, im Ahrntal, auf dem Tonale, der Seisseralpe,

Fig. 150.

Die haarfeine Seege.
(*Carex capillaris* L., nat. Größe.)

A. Fruchtexemplar mittlerer Größe; aus dem Scarltal im Unterengadin am Rande des Baches bei ca. 1050 m. B. forma *minima* Beck (hochalpine Reduktionsform!) bei 2400 m auf den Splügener Kalkbergen leg. A. Steiger. (Nach der Natur von L. S.)

dem Schlern, im Duron- und Fassatal, bei Paneveggio (1600—2200 m, nach v. Sarnthein). Sie ist eine ausgesprochen arktisch-alpine Pflanze (Grönland, Island, Skandinavien, nördliches und mittleres Rußland, öst-

licher Kaukasus[1]), Altaigebiet, Tibet, Himalaya; in einer Abart [var. *fuegina* Kükenthal] kehrt sie in Patagonien und Feuerland wieder).

Eine zierliche Erscheinung ist die **haarfeine Segge** (*Carex capillaris* L. [Fig. 150]) mit ihren auf fadendünnen Stielen zitternden hängenden

Eine Pflanze mittlerer Statur in natürlicher Größe, aus dem feuchten Sande d. Plavnabachs im Val Plavna, Unterengadin, bei 2190 m. Die schlanken Halme werden durch das Gewicht der Fruchtähre gebogen. Die schwarzen Deckblätter bilden mit den weißlichgrünen, darunter hervorschauenden Schläuchen einen auffallenden Kontrast, welcher der Pflanze ihren Namen verschafft hat. (Nach der Natur von L. S.)

Fig. 151.

Die zweifarbige Segge.
(*Carex bicolor* Bellardi.)

Fruchtährchen, eine weit verbreitete arktisch-alpine Pflanze nasser bis frischer Wiesen und feuchter bis trockener Felsen von 1500 bis 2900 m (bayerische Alpen 1360—2300 m, Tirol 1080—2630 m, nach v. Sarnthein).

Die **zweifarbige Segge** (*Carex bicolor* Bellardi [Fig. 151]) ist eine sehr auffallende Form, durch ihre meist schlaff übergebogenen, zarten Halme und ihre handförmig gestellten Fruchtährchen, die durch den Kontrast der hellgrünen Schläuche und dunkeln Deckblätter zweifarbig

---

[1]) Radde, Flora der Kaukasusländer, gibt sie nicht an, wohl aber Ascherson, Graebner und Ostenfeld, Flora arctica.

erscheinen. Sie ist in Island, Nordskandinavien, Grönland und Labrador zu Hause, in den Zentralalpen und den Seealpen bis Salzburg; Kärnten und Krain, sowie in den Karpathen und Rodnaer Alpen verbreitet. Sie bewohnt gerne die berasten Alluvionen der Gletscherbäche besonders auf Urgestein, zerstreut und selten, 1700—3100 m (in Tirol von 1600 bis 2400 m, nach v. Sarnthein, am Eisack bis 600 m herabgeschwemmt), ziemlich häufig in den penninischen Alpen.

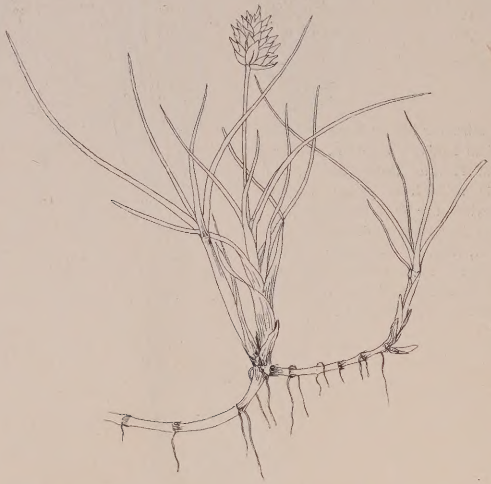


Fig. 152.

Die krummstenglige Segge.
(*Carex incurva* Lightfoot.)

Nat. Größe, nach einem Exemplar von Zermatt, bei 2000 m, von L. S.

Die **krummstenglige Segge** (*Carex incurva* Lightfoot [Fig. 152]) durchzieht mit langen Ausläufern den Boden und bildet niedrige, dicke, gekrümmte Halme, welche ein dickes, kugliges Ährenköpfchen tragen. Sie ist über die halbe Welt verbreitet (arktisches Nordamerika, Grönland, Rocky Mountains, Argentinien, Feuerland, Spitzbergen, Island, Faröer, Nordeuropa, Himalaya, Tibet, Kamtschatka, Nowaja Semlja, Nordsibirien), in den Alpen aber sehr zerstreut (Savoyen, Piemont, Wallis, Tessin, Graubünden bis Tirol, dort u. a. am Inn bis 770 m herabgeschwemmt, am Tonale und Schlern, nach v. Sarnthein).

Ferner mögen noch folgende Seggen als Bestandteil alpiner Sumpfwiesen aufgeführt werden. Typische Bewohner höherer Lagen sind:

Carex foetida, Alpen, Pyrenäen und Rocky Mountains, in den Alpen nur im westlichen und mittleren Teil von 1800—3150 m, nur auf Urgebirge; ***C. stellulata*** var. ***grypos,*** alpine Abart einer weitverbreiteten Moorpflanze Europas, Amerikas, Asiens und Australiens, bis 2770 m (Braun); ***C. lagopina,*** arktisch-hochalpine, kalkfliehende Moor- und Humuspflanze, in den Alpen von Savoyen bis Steiermark, Kärnten, Hohe Tatra, im Wallis von 2100—2500 m; ***C. brunnescens,*** arktisch-alpine Moor- und Humuspflanze des Urgebirgs der Alpen und Karpathen, doch auch in West- und Ostpreußen, in Bayern von 1600—1900 m, nahe verwandt mit der in der Schweiz ebenfalls bis 2200 m aufsteigenden *Carex canescens*; ***C. alpina,*** arktisch-alpine Moorpflanze, in den Alpen selten, nur in der Schweiz (St. Moritz, Val Bevers, Albula, Bernina), in Tirol (Vintschgau, Pustertal), Kärnten und Steiermark; ***C. magellanica,*** eine arktisch- und antarktisch-alpine Hochmoorpflanze, nahe verwandt mit *Carex limosa*, in den Alpen 1000—2200 m, Riesengebirge, Karpathen, sächsisches Erzgebirge, Böhmerwald, bayrischer Wald, in Ostpreußen in der Ebene in einer abweichenden Rasse; ***C. frigida,*** die Kalt-Segge, mit langen Ausläufern und dunkelrotbraunen (bei der seltenen Abart *flavescens* Christ gelben), hängenden Fruchtährchen mit langgeschnäbelten Schläuchen, eine arktisch-nordasiatisch-nordamerikanische Pflanze, in der ganzen Alpenkette bis Niederösterreich (exkl.) verbreitet, eine Pflanze der Quellfluren und Bachläufe, im Wallis bis 2560 m, in Bayern bis 2030 m aufsteigend, das Urgebirge vorziehend; ***C. atrifusca*** Schkuhr (= *ustulata* Wahlenberg), die schwarzbraune Segge, nahe verwandt mit der vorigen, aber durch plötzlich in den Schnabel zugespitzte Schläuche verschieden, geographisch zum arktisch-altaischen Element gehörig, in den Pyrenäen, Alpen (nur selten: Hautes-alpes, Savoyen, Wallis bis 2400 m, Bern, Samnaur, Tirol, Kärnten, Steiermark), Schottland, Skandinavien, in der Arktis (Port Clarence, amerikanische arktische Küste, Cambridge Cap Grönland, Jenissei, Tschuktschenland), in Nordamerika, Songarei, Turkestan, Altai, Himalaya, Ostsibirien zu Hause. ***C. glauca*** var. ***claviformis,*** die keulenfrüchtige Abart der meergrünen Segge, ist eine durch dicke Ausläufer und keulenförmige Fruchtähren ausgezeichnete rein alpine Abart der weitverbreiteten ubiquistischen Stammform (Wallis 1000 bis 2300 m, auch Karpathen), die besonders an verrutschten, von Bergschweiß durchtränkten Stellen der alpinen Gehänge sich findet; ***C. vaginata*** Tausch (= *sparsiflora* Steud.), eine arktisch-altaisch-alpine Tochterart der weitverbreiteten silvestren *C. panicea*; sie ist in der Arktis (Port Clarence, Kolguev-Insel, Jenissei-, Lena- und Kolyma-Mündung), in Nordeuropa, Frankreich, Sibirien, Kamtschatka zu Hause, in den Alpen selten (Kärnten, Schweiz, im Engadin und Berner Oberland), auf den deutschen Mittelgebirgen und in der norddeutschen Ebene als Glazialrelikt zerstreut.

Aus der Ebene steigen bis über die Baumgrenze folgende Seggenarten:

Carex dioeca, die zweihäusige Segge, eine nordeuropäisch-sibirisch-nordamerikanische, auch arktische Hoch- und Übergangsmoorpflanze, bis 2100 m (Wallis), 2200 m (am Piz Alv, Bernina, Rübel und Braun), in den Alpen selten, neben *C. Goodenoughii* auf dem Flachmoor; ***C. Davalliana,*** Davalls Segge, eine häufige Flachmoorpflanze der Waldregion Eurasiens, bis 2550 m (Wallis, Zermatt) und 2350 m (Graubünden, an der Pischa, Berninaheutal, Rübel und Braun); ***C. paniculata,*** die Rispensegge, ein typscher, stattlicher Quellzeiger, mit langen, bis 90 cm hohen Halmen, eine verbreitete Pflanze des eurasiatischen und nordamerikanischen Waldgebiets, im Wallis bis 2200 m aufsteigend; ***C. panicea,*** die hirsenfrüchtige Segge, aus der Ebene bis 2500 m (Zermatt) aufsteigende, weitverbreitete Pflanze des Flachmoors und des Mineralbodens

Fig. 153.
Die Schnabel-Segge (*Carex rostrata* Stokes = *C. ampullacea* Goodenough).
A. (1/4). Ganze Pflanze mit lang kriechenden Ausläufern. B. (1/1). Eine Fruchtähre mit den aufgeblasenen Schläuchen. (Nach der Natur von L. S.)

der Sumpfwiesen im Waldgebiet von ganz Europa, Asien, dem Kaukasus, Sibirien, Kamtschatka und Nordamerika bis Grönland (60—61° NB.).

Eine besondere Erwähnung verdient noch eine der stattlichsten Seggen, welche aus der Ebene bis hoch in die alpine Region steigend, die Ufer der Seen, Tümpel und langsam fließenden Bäche bewohnt; es ist das *Carex rostrata* Stokes (Fig. 153), die **Schnabelsegge**, der Allerweltsverlander.

Sie hat weitkriechende Rhizome und breite bläulichgrüne Blätter, die selbst in hochgelegenen Seen noch bis 80 cm lang werden (so im St. Moritzersee und am Lago di Sella an der Bernina bei 2300 m). Der üppige, bläulich schimmernde Verlandungsgürtel dieser Segge, welche in den Alpen gleichsam das Schilfrohr vertritt, ist eine sehr auffallende Erscheinung. Sie ist eine weitverbreitete, eurasiatisch-amerikanische Pflanze und steigt in den Alpen bis 2400 m (Teich auf der Beverser Furka).

§§§ 2. **Übrige Sauergräser** (Gattungen *Trichophorum*, *Eriophorum*, *Cobresia*).

Einer der häufigsten Bestandteile alpiner Flachmoore ist neben der gemeinen Segge **die Rasenbinse** (*Trichophorum caespitosum* (L.) Hartmann = *Scirpus caespitosus* L. [Fig. 154, B]); sie bildet dichte, feste Polster aus aufrechten Trieben, die am Grunde von lederbraunen, derben Scheiden umgeben sind. Die Entwicklung eines jeden solchen Triebes ist sympodial, er stellt eine „Scheinachse" dar: jeder Jahrestrieb endigt in dem 10—15 cm (in der Ebene bis 30 cm) hohen Halm, der das Hauptassimilationsorgan bildet, und wird für das folgende Jahr durch einen Seitensproß ersetzt, der die Fortsetzung des Hauptsprosses bildet.

Die Blätter sind als blasse, grundständige Scheiden ausgebildet, nur die oberste trägt eine kurze Blattspreite. Der Halm endigt in ein kleines Ährchen, das glänzende Früchtchen ist von glatten Perigonborsten umgeben, welche aber nicht mit demselben abfallen.[1])

Die Rasenbinse ist eine weitverbreitete Moorpflanze, welche im Norden und in den Voralpen namentlich das mineralarme, aus Torfmoosen aufgebaute Hochmoor, in den Alpen dagegen das mineralreichere Flachmoor bewohnt, hierbei vielfach einen Übergang zum Hochmoor bildend. Auf den Rücken und Hängen tonreicher, voralpiner Schiefergebirge (Flysch, Molasse, Bündnerschiefer) bedeckt sie oft stundenweit als eintöniger, borstiger, im Herbst gelber Rasen den nassen Boden in ertraglosen Flächen, denn selbst zur Streu ist das Gras kaum zu brauchen; es ist zu kurz und so zäh wie Draht. Vereinzelt geht es bis 2700 m, in Tirol ist es von 400—2500 m verbreitet (nach v. Sarnthein). Es ist zirkumpolar, im nördlichen Eurasien und Amerika weit verbreitet (dort südlich bis zu den weißen Bergen 44°), auf den Gebirgen des südlichen Europas bis Nordportugal, den Pyrenäen, Korsika und

[1]) In den Alpen ist von den beiden Abarten var. *germanicum* und *austriacum*, welche Palla besonders nach anatomischen Unterschieden aufgestellt hat, nur die letztere vertreten (Pflanze niedriger und zarter; Scheidenausschnitt der obersten Scheide nicht viel über 1 mm tief, mit eng anliegendem Hautrand; Luftgänge im grünen Gewebe des Stengels fehlend). Über die eigentümliche Geschlechtsverteilung (die einen Stöcke mit lauter proterogynen Zwitterblüten, die andern mit weiblichen und männlichen Blüten) siehe: Beiträge z. Kenntnis schweiz. Blütenpflanzen. Jahresb. d. St. Galler nat. Ges. 1887/88.

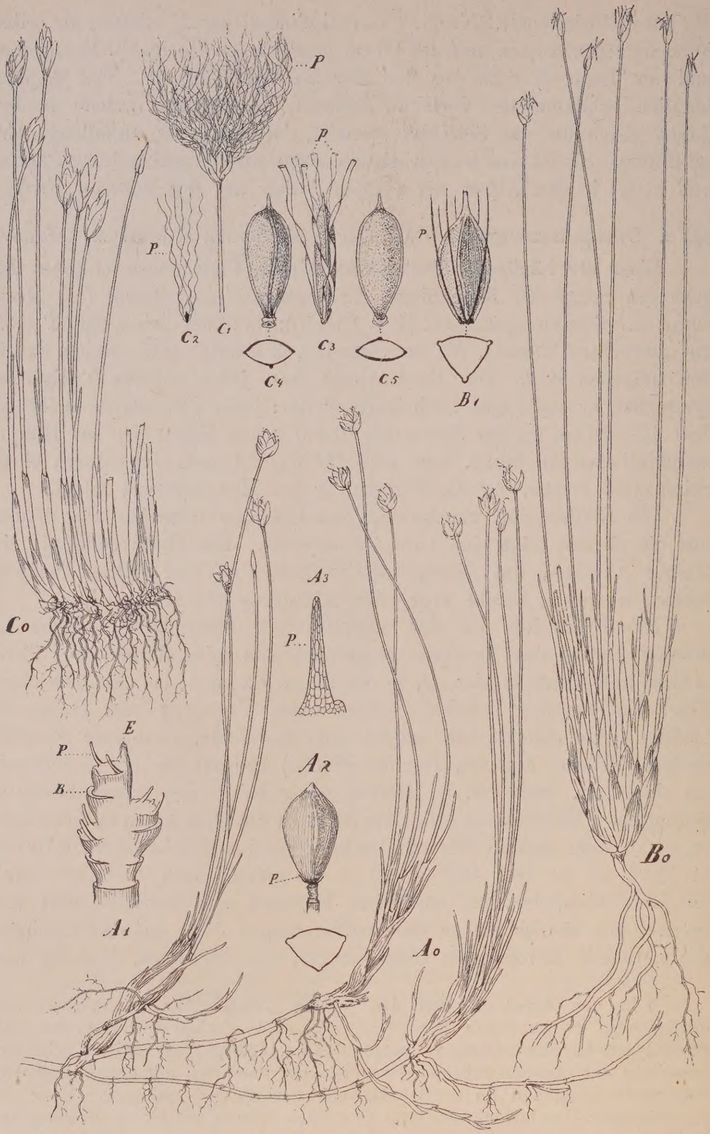


Fig. 154.

Die drei Haarbinsen-Arten der Alpen (*Trichophorum*).

Erläuterung zu Fig. 154.

A. Die borstenlose Haarbinse (*Trichophorum atrichum* Palla = *Scirpus alpinus* Schleicher).

A_0. (1/1). Verblühtes Exemplar, aus dem Sande des Innufers zwischen Bevers und Ponte im Oberengadin, bei 1710 m. Besonders bezeichnend sind die langen, kriechenden Ausläufer; die grundständigen Scheiden sind matt.

A_1. (20/1). Achse einer Fruchtähre nach Entfernung der Früchte. Die bogenförmigen Narben entsprechen den losgelösten Bracteen; darüber liegen die kreisförmigen Insertionsstellen der Früchtchen; am Rande dieser Fläche sitzen zwei größere seitliche und eine kleinere mittlere Perigonborste. Diese Borsten fehlen also nicht, wie in der Literatur ganz allgemein angegeben wird, sondern sie sind (wenigstens bei allen vom Verf. untersuchten Exemplaren aus Wallis und Graubünden) deutlich ausgebildet, wenn auch klein. Beim Abfallen der Früchte bleiben sie an der Achse stehen.

A_2. (10/1). Reifes Früchtchen, scheinbar endständig auf der Ährenachse sitzend; in Wirklichkeit ist es seitenständig, hat aber das verkümmerte Achsenende (E in Fig. A_1) bei Seite gedrängt. Der Querschnitt (unten!) ist 3 kantig. Am Grunde des Nüßchens die 3 rudimentären Perigonborsten.

A_3. (75/1). Eine Perigonborste, stark vergrößert; sie verbreitert sich stark am Grunde und nähert sich dadurch den bandartigen Perigonborsten der Alpen-Haarbinse (Fig. C_3).

B. Die horstbildende Haarbinse (*Trichophorum caespitosum* [L.] Hartmann = *Scirpus caespitosus* L.).

B_0. (1/1). Ein blühendes Exemplar, von Bevers im Oberengadin, ca. 1700 m. Ausläufer fehlen vollkommen; die Pflanze bildet einen dichten Horst, der am Grunde von glänzenden Scheiden umgeben ist.

B_1. (10/1). Reifes Nüßchen, 3 kantig (Querschnitt unten!); es ist von 6 Perigonborsten umgeben, die etwas länger sind als das Nüßchen. Beim Abfallen des letzten bleiben sie an der Ährenachse sitzen, sind also funktionslos; sie sind vollkommen glatt, stellen also keine Häkelapparate dar.

C. Die Alpen-Haarbinse (*Trichophorum alpinum* [L.] Persoon = *Eriophorum alpinum* L.).

C_0. (1/1). Blühendes Exemplar, beim Lützelsee bei Hombrechtikon, Kt. Zürich, bei ca. 505 m ü. M. im Mai gesammelt. Einseitig kriechende Grundachse.

C_1. (1/1). Wollige Fruchtähre, Mitte Juni, bei 450 m.

C_2. (1/1). Ein Früchtchen mit den über 2 cm langen, als Flugapparat dienenden Perigonborsten.

C_3. (10/1). Früchtchen mit 6 abgeschnittenen Perigonborsten, von der Seite gesehen; am Grunde ein schief abgestutzter Callus, an welchem die Flughaare sitzen. Die Abflachung des Nüßchens und der Callus unterscheiden diese Art scharf von den beiden anderen, bei welchen die Perigonborsten samt dem Callus an der Ährenachse sitzen bleiben.

C_4. (10/1). Nüßchen nach Entfernung der Perigonborsten von der mit einer Kante versehenen Vorderseite aus (Querschnitt siehe unten!).

C_5. (10/1). Dasselbe von der flachen Rückenseite aus.

(Nach der Natur; A_0, B_0 und C_0 von L. S., alles übrige von C. S.)

Bulgarien, auch im Himalaya und in Jamaika; also wohl eine uralte Glazialpflanze der Moore, vielleicht mit sekundärer Verbreitung durch Sumpfvögel; besondere Verbreitungsmittel fehlen freilich, denn die Perigonborsten bleiben an der Ährenachse sitzen.

Ihre ausgesprochenen Schutzanpassungen gegen Trockenheit (Reduktion der Blätter, zylindrische Stengel als Assimilationsorgan, derber Bau derselben) stehen mit dem nassen Standort in scheinbarem Kontrast. Sie sind, wie die vieler anderer Moorpflanzen, erklärlich durch die wasserbindende Kraft des Moorbodens, die eine Wasseraufnahme erschwert, und durch das frühe Treiben der Pflanzen zu einer Zeit, wo der Moorboden noch gefroren ist (C. A. Weber). Denn die Pflanze ist ein Frühblüher: bei 1000 m schon Anfang Mai, bei 2000—2300 m Anfang Juni.

Nahe verwandt mit der Rasenbinse ist das **alpine Haargras** (*Trichophorum alpinum* Persoon = *Eriophorum alpinum* L., Fig. 154, C), auch dieses eine nahezu blattlose Pflanze, auf kurzen, 10—25 cm hohen Halmen ein kleines Ährchen tragend; aber die Grundachse verlängert sich einseitig, der Halm ist 3 kantig, nicht stielrund und die 4—6 kleinen Borsten, welche als Andeutung einer Blütenhülle Stempel und Staubgefäße umgeben („Perigonborsten"), strecken sich zur Fruchtzeit zu 1—2 cm langen, geschlängelten Haaren, welche weit über die Deckblätter herausragen (Fig. 153, C 1—5). Sie dienen der Verbreitung durch den Wind. Die Pflanze begleitet vorzugsweise das Übergangs- und

Hochmoor, ist weder arktisch noch eigentlich alpin, und steigt nur wenig über die Baumgrenze (im Wallis bis 2290 m, im Berninagebiet bis 2230 m, Rübel und Braun, in Tirol bis 2050 m).

Ein unscheinbarer, leicht zu übersehender und seltener Bewohner der alpinen Moore ist *Trichophorum atrichum* Palla, **das perigonlose Haargras** (Fig. 154, A), nächstverwandt mit *Tr. caespitosum*, aber durch kriechenden Wuchs, noch niedrigern Halm (nur 5—12 cm hoch) und Fehlen oder wenigstens starke Reduktion[1]) der „Perigonborsten" verschieden. Sie ist, wie manche Sumpfpflanze, in Sprüngen über ein weites Gebiet verbreitet: Alpen, Karpathen, Persien, Dsungarei, Sibirien, Rocky Mountains, aber nicht in der Arktis; ihre Heimat ist schwer zu erweisen. Sie ist in den Alpen nur in der Dauphiné, Savoyen, Oberwallis (vom Matterhorn bis zur Furka, 1900 bis 2800 m), Graubünden (Engadin, Avers, Bernina), Tirol (St. Gertraud bei Sulden und Plose bei Brixen bis 2300 m, nach v. Sarnthein) zu finden. Es sind gewöhnlich reiche und interessante Moorstandorte, welche dieses seltene Gewächs beherbergen: So wächst es am Avner Rhein bei Juppa in den berasten Ufersanden zusammen mit *Carex microglochin*, *incurva*, *bicolor*, *capillaris*, *frigida*, *flava*, *Goodenoughii* und *panicea*, *Cobresia bipartita*, *Elyna spicata* und *Heleocharis pauciflora*.[2]) Oberhalb Zermatt zeigte eine Fläche von etwa 2 qm auf Moospolstern in klarem Quellwasser: *Trichophorum atrichum*, *Carex bicolor*, *capillaris*, *incurva*, *Heleocharis pauciflora*, *Juncus triglumis*, *Tofieldia borealis* und *Chamaeorchis alpina*.[3])

Ein förmliches „Atrichetum", ein Lokalbestand im Flachmoor, wo die feinen Nadeln des borstenlosen Haargrases dominieren, findet sich am Eingang ins Val Minor am Berninapaß am Fuß des Piz Alv, als Gehängemoor bei 2064 m; als Begleitpflanzen treten dort auf: *Carex microglochin*, *Davalliana*, *Goodenoughii*, *rostrata*, *panicea*, *capillaris*, *claviformis*, *frigida*, *aterrima*, *Cobresia bipartita*, *Juncus triglumis* und *alpinus*, *Molinia coerulea*, *Deschampsia caespitosa*, *Sesleria coerulea* var. *uliginosa*, *Agrostis alba*, *Phleum alpinum* var. *commutatum*, *Orchis latifolia*, *Pedicularis palustris* und *recutita*, *Arabis bellidifolia*, *Parnassia palustris*, *Pinguicula alpina*.

Vier **Wollgrasarten** beleben mit ihren schneeweiß schimmernden Fruchtperücken im Juli und August bis weit in den Herbt hinein das monotone Bild alpiner Moore (Fig. 155—157). Es sind lufthaltige Haare, welche durch die totale Reflexion an der Oberfläche der kleinen Luftblasen den blendenden Glanz zustande bringen. Der Glanz an und für sich hat für die Pflanze gar keine Bedeutung: denn es soll nichts angelockt oder aufmerksam gemacht werden. Er ist eine not-

---

[1]) In der Literatur wird allgemein angegeben, daß die Perigonborsten bei dieser Art völlig fehlen, und der Speciesname *atrichum* (= haarlos) ist auf diese Eigenschaft gegründet. Bei den von Dr. O. Semadeni und mir untersuchten Exemplaren (aus Wallis und Graubünden) fanden sich aber stets 3 allerdings sehr kleine aber nicht zu übersehende Borsten vor (s. Fig. 152 A 1—3), bei Exemplaren vom Mt. Cenis und von Persien sogar 6 Borsten. Ob hier eine besondere Raçe vorliegt, oder ob die Borsten überall vorkommen, müssen weitere Untersuchungen lehren.

[2]) Diese mit *Trichophorum* manchmal verwechselte, aus der Ebene weit ins Gebirge steigende, kleine *Cyperacee* ist durch rückwärts rauhe Perigonborsten sofort zu unterscheiden.

[3]) Drude, Deutschlands Pflanzengeographie I, S. 96. Stuttgart 1896.

wendige Begleiterscheinung des Luftgehalts und dieser ist es, welcher als zweckmäßige Anpassung zu bezeichnen ist; er macht das Haar spezifisch leicht, und dadurch geeigneter als Windfang und Fallschirm für die kleinen Früchtchen zu dienen, mit welchen sie verbunden bleiben. So sehen wir hier, daß die auffallendsten Merkmale unter Umständen nur korrelative Begleiterscheinungen der wirklich gezüchteten zweckmäßigen Eigenschaft sind.

Die 4 Arten sind leicht zu unterscheiden[1]):

Zwei Arten besitzen mehrere langgestielte, zuletzt hängende Ähren am Ende des Stengels; sie steigen aus der Ebene herauf.

Das **vielährige Wollgras** (*Eriophorum polystachyon* L. = *angustifolium* Host, schmalblättriges W., Fig. 155, P) bildet lange Ausläufer, der Halm wird 40—50 cm hoch, die oberste Blattscheide ist blasig aufgetrieben, die Blätter

P_1. (1/1). Fruchtstand v. E. p., kleine alpine Form, bei 2300 m oberhalb Juf im Avers gesammelt
P_2. Mittelstück des obersten Halmblattes mit Spreitenbasis und Scheidenmündung; am Grund der Spreite eine quere Ligula.
P_3. (100/1). Spitze einer Perigonborste aus dem Fruchtstand, ohne Papillen.
L_1. (100/1). Dasselbe von E. l, mit Papillen.
L_2. Übergang der Spreite in die Scheide bei E. lat, ohne Ligula.
(P_1 nach der Natur von L. S., P_2 und L_2 von C. S., L_1 und P_3 nach Palla.)

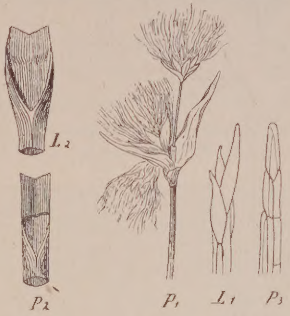


Fig. 155.
Vielähriges und breitblättriges Wollgras.
(*Eriophorum polystachyon* L. und *latifolium* Hoppe.)

haben ein ganz kurzes Blatthäutchen (Fig. 155, P_2), die Ährenstiele sind glatt, ebenso die Perigonborsten (Fig. 155, P_3). Die Pflanze bewohnt die Wiesenmoore und Hochmoore, den nackten Torf und Sand in der Ebene und den Alpen bis 2550 m im Wallis, 2100 m in Tirol. Sie zeigt oft in großen Höhen noch eine üppige Entwicklung: so fanden sich in kleinen Torfmooren zwischen den Rundhöckern am Albignafall im Bergell bei 2000 m noch Exemplare von 60 cm Höhe. Sie ist zirkumpolar und im ganzen Norden der Nordhemisphäre verbreitet, also wohl eine alte Glazialpflanze.

Das **breitblättrige Wollgras** (*Eriophorum latifolium* Hoppe, Fig. 155, L) bildet Horste mit durchbrechenden (extravaginalen) Trieben, hat 50—70 cm hohe Halme, eine eng anliegende, oberste Scheide, kein Blatthäutchen, rauhe Ährenstiele und papillöse Perigonborsten (Fig. 155, L_1). Auch sie ist Moorpflanze der Ebene und des Gebirges bis 2100 m (Tirol, nach v. Sarnthein), hat aber weniger arktischen[2]) und alpinen Charakter als die vorige.

---

[1]) Vergl. auch Palla, Zur Systematik der Gattung Eriophorum. — Bot. Zeit., Bd. 54 1896. 1 Abt. S. 141.

[2]) Ostenfeld, Flora arctica 1902, S. 39 bezweifelt, daß *E. latifolium* überhaupt in der Arktis vorkomme.

Fig. 156.

Das Scheuchzersche und das scheidige Wollgras.
(*Eriophorum Scheuchzeri* Hoppe und *E. vaginatum* L.)

Erläuterung zu Fig. 156.

S = *Eriophorum Scheuchzeri* Hoppe.

S_1. ($^1/_1$). Ganze Pflanze, in Naturgröße, mit 2 Ausläufern am Grunde, und mit einer voll entwickelten Fruchtähre, eine stattliche Wollperücke darstellend. S_2. ($^1/_1$). Ähre kurz nach der Blüte. S_3. ($^{12}/_1$). Blüte im ersten weiblichen Stadium: die 2 Staubgefäße sind noch kurz und unentwickelt, die Narben dagegen ausgebreitet und empfängnisfähig. Später strecken sich die Staubgefäße und die Blüte tritt in das zweite, zwittrige Stadium, denn die Narben bleiben lange empfängnisfähig. Die reifen Antheren sind nur 1 mm lang; die Perigonborsten schon im Beginn der Blüte stark entwickelt. S_4. ($^{100}/_1$). Spitze einer der langen, die Frucht begleitenden Perigonborsten: sie ist stumpf, ohne Papillen. S_5. ($^{10}/_1$). Reife Frucht (Nüßchen) nach Entfernung der Perigonhaare: a. von vorn, b. von der Seite, c. von hinten, d. im Querschnitt. S_6 ($^1/_1$). Nüßchen mit den begleitenden, als Windfang funktionierenden Perigonhaaren

V = *Eriophorum vaginatum* L.

V_1. Ganze Pflanze in nat. Größe, mit einer noch nicht voll entwickelten Fruchtähre (sie wird zuletzt ebensogroß wie die von *E. Scheuchzeri*). Die Pflanze bildet einen dichten Rasen. V_2. ($^{15}/_1$). Junge Blüte im ersten weiblichen Stadium. V_3. ($^{15}/_1$). Blüte im zweiten männlichen Stadium: die Staubgefäße verlängert, stäubend, die Narben vertrocknet. Die reifen Antheren sind 2 mm lang, die Perigonborsten immer noch sehr kurz. V_4. ($^{100}/_1$). Spitze einer Perigonborste aus der Fruchtperücke, mit Papillen versehen. V_5. ($^{10}/_1$). Nüßchen nach Entfernung der Perigonhaare, a. von vorne, b. von der Seite, c. von hinten, d. im Querschnitt. V_6. ($^1/_5$). Nüßchen mit den begleitenden Perigonhaaren (Verbreitungsmittel!). S_1, S_2 u. V_1 nach d. Natur v. L. S., S_3, V_2 u. V_3 nach d. Natur v. C. S., S_4 u. V_4 nach Palla.

Die zwei anderen, nahe mit einander verwandten Arten haben nur eine einzige, am Ende des kräftigen Halmes steif aufrechte Ähre, die zur Fruchtzeit eine dichte, schneeweiße Haarkugel bildet.

Eriophorum vaginatum L. (Fig. 156, V), das **scheidige Wollgras** bildet dichte, feste Horste, mit lange erhalten bleibenden, zerfasernden Scheiden, hat

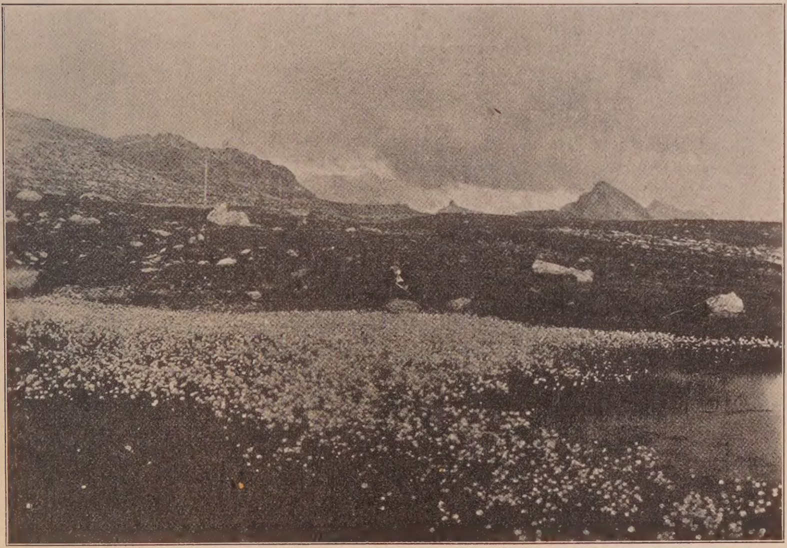


Fig. 157.

Verlandung am Ufer des Lago Pitschen am Berninapaß bei 2220 m.

Eriophorum Scheuchzeri bildet einen dichten Verlandungsbestand, mit schneeweißen Fruchtperücken weithin schimmernd.

(Nach Originalaufnahme von P. Bloesch, stud. rer. nat., 3. Aug. 1905).

einen oberwärts dreikantigen, 30—40 cm hohen Halm, borstlich zusammengefaltete Blätter, eine aufgeblasene, oberste Blattscheide mit nur rudimentärer Spreite, 3-kantige, 2—3 mm lange Früchtchen und an der Spitze papillöse Perigonborsten (Fig. 156, V_4). Es ist eine typische Hochmoorpflanze, d. h. es bewohnt nur die mineralarmen, aus Torfmoosen (*Sphagnum*) gebildete Moore und steigt in den Alpen so hoch, als überhaupt diese Formation in Anflügen sich findet (in Tirol Zanggen bei Bozen 2300 m, nach v. Sarnthein, Maximum 2350 m am Hohlicht am Weißhorn, Nicolaital, Wallis) und vikarisiert streng mit Scheuchzers Wollgras.

So z. B. in den Torfmooren zwischen Lago nero und Lago bianco bei 2250 m am Berninapaß: *Eriophorum Scheuchzeri* füllt die tieferen Stellen in dichten Beständen, *Er. vaginatum* besiedelt ausschließlich die erhöhten *Sphagnum*polster, ähnlich bei 2000 m auf den Schanfiggerheubergen oberhalb der Peisteralp. Die Pflanze folgt in der ganzen nördlichen Hemisphäre den Hochmooren, die ihre Hauptentwicklung in der Waldregion haben; sie geht zwar auch in die Arktis in zirkumpolarer Verbreitung, doch sind diese wie die hochalpinen Standorte nur Ausläufer ihres Normalgebiets, der Waldzone.

Fig. 158.

Die zweispaltige Kobresie.
(*Cobresia bipartita* [Bell.] Dalla Torre.)
(Nach Natur v. L. S.)

Eine typisch arktisch-alpine Pflanze dagegen ist *Eriophorum Scheuchzeri* Hoppe (Fig. 156, s, 157), **Scheuchzers Wollgras,** mit kriechender Grundachse, auch oberwärts stielrundem, nur 10 bis 30 cm hohem Halm, und wenig aufgeblasener Scheide mit kurzer Spreite, kleineren, ca. $1\,{}^1/_2$—$2\,{}^1/_2$ mm langen Früchtchen mit aufgesetzten Spitzchen und an der Spitze glatten Perigonborsten.[1]) Diese schöne Pflanze bildet oft von weitem schon schneeig schimmernde, dichte und ausgedehnte Bestände, besonders an den Ufern hochalpiner Seen, wo sie vorherrscht (Fig. 157).

[1]) Ich fand bei den auf dem Versuchsfeld der eidg. Samenkontrolstation in Zürich kultivierten Exemplaren (von denen die Details auf Fig. 156 stammen)

So z. B. am Lago nero am Berninapaß, wo sie vergesellschaftet ist mit *Carex Goodenoughii* und *lagopina*, *Saxifraga stellaris*, *Eriophorum polystachyon*, *Triglochin palustre*, *Trichophorum caespitosum*, *Juncus filiformis* und *triglumis*, *Tofieldia borealis*. Seewärts folgt *Eriophorum polystachyon*, dann *Carex rostrata*. Die Pflanze bewohnt im Wallis die Region von 1600—2500 m, Bünden bis 2600 m (Braun), in den bayrischen Alpen von 1500—2100 m, in Tirol von 1600—2600 m.

Endlich möge die Reihe der Sauergräser durch die seltene **Kobresie** (Fig. 158) geschlossen werden (*Cobresia bipartita* [Bell.] Dalla Torre), die von den Seggen durch den freien, nicht von dem zum Schlauch verwachsenen Deckblatt eingehüllten Fruchtknoten verschieden ist, im übrigen aber manchen Carices (z. B. *lagopina*) zum Verwechseln ähnlich sieht. Sie besiedelt nasse quellige Stellen, seltener berieselte Felsen auf Urgestein. Es ist eine arktisch-alpine Pflanze, welche Alpen und Kaukasus in der alpinen und subalpinen Region bewohnt.

§ 3. Die simsenartigen Gewächse (*Juncaceen*).[1]

Auch sie haben grasähnlichen Wuchs, sind aber von den echten und den Scheingräsern durch die zwar unscheinbare, aber doch deutlich ausgeprägte Blütenhülle aus 6 meist bräunlichen bis schwärzlichen Perigonblättern scharf verschieden; es sind gleichsam Gräser mit kleinen Lilienblüten. Eine Mykorhiza kommt nirgends vor; alle haben eine reichliche Wasserdurchströmung und bilden Stärke. Die Bestäubung findet durch den Wind statt; nur einige wenige Arten mit auffallender gefärbten Blüten (*Luzula lutea*) werden etwa von pollensammelnden Insekten besucht und stellen so eine interessante Übergangstufe zwischen Wind- und Insektenblütigkeit dar. Die auf schwankenden Fäden zitternden Beutel, welche einen leicht verstäubenden Pollen entlassen, und die drei pinselförmigen, oft äußerst zierlich gedrehten Narben, zum Pollenfang weit ausgebreitet, sind deutliche Anpassungen an Windbestäubung.

Die Fremdbestäubung wird dabei bei allen durch eine ausgesprochene „Vorweibigkeit" begünstigt (Protogynie). Im ersten Stadium des Blühens sind nur die Narben entwickelt, die Staubbeutel noch geschlossen; eine solche Blüte kann also nur von fremdem Pollen belegt werden. Dieses weibliche Stadium kann 2—3 Tage dauern. Dann folgt entweder ein neutrales Zwischenstadium, wo die Narben verdorrt und die Beutel noch nicht geöffnet sind, oder aber ein Zwitterstadium, indem die Narben frisch bleiben und gleichzeitig die Antheren stäuben. Hier ist natürlich Selbstbestäubung (Autogamie) leicht möglich. Sie wird in manchen Fällen noch dadurch begünstigt, daß die Narben bis ganz zuletzt frisch bleiben; es können dann durch die sich schließenden Perigonblätter die eventuell noch pollenbergenden Antheren an die Narben angedrückt werden.

---

immer nur 2 Staubgefäße in der Blüte, ebenso bei den wenigen wildgewachsenen Exemplaren, die ich in Blüte untersuchen konnte; in der Literatur sind überall 3 Staubgefäße angegeben; weitere Untersuchungen darüber sind sehr erwünscht.

[1]) Vergl. Buchenau, *Juncaceae* (monograph. Bearbeitung). 25. Heft der Serie „Das Pflanzenreich" von A. Engler, Leipzig 1906. — Ferner vom gleichen Autor: *Monographia Juncacearum* in Englers bot. Jahrb. XII, 1890.

Eine sonst selten vorkommende Eigentümlichkeit vieler, auch alpiner Simsengewächse ist das von BUCHENAU entdeckte Blühen „in Pulsen“.

Es öffnen sich gleichzeitig eine Menge von Blüten; dann tritt ein Stillstand von 10—21 Tagen ein, dann erneutes gleichzeitiges Blühen. Eine Beziehung zur Witterung ist nicht ersichtlich. Die Möglichkeit der Kreuzung wird dadurch natürlich sehr erhöht.

§§ 1. **Die Simsen** (Gattung *Juncus*).[1]

Sie sind alle völlig kahl, glatt und glänzend; die Früchte enthalten zahlreiche, kleine, flache, durch den Wind verbreitete Samen. Von den 7 in der Alpenregion überhaupt vorkommenden Arten ist nur eine (*J. Jacquini*) nicht auch im Norden verbreitet. Sie gehören alle der Wiesenflora an und sind mehr oder weniger feuchtigkeitsliebend, mit Ausnahme von *J. trifidus*.

Die **dreispaltige Simse** (*Juncus trifidus* L. Fig. 159, A) ist durch dichte, feste Horste,[2] dünne Stengel und 1—3 dicht beisammenstehende, laubartige, rinnige Hüllblätter unter dem 1—4blütigen, endständigen, braunen Blütenstand ausgezeichnet; diese stengelständigen Laubblätter haben ein zerschlitztes Öhrchen (Fig. 159, A u. A_1). Die Blüten sind sehr stark vorweibig; der weibliche Zustand dauert bis 2 Tage. Sie ist eine Bewohnerin humusreicher Stellen, sonniger, trockener, steiniger Halden mit Horstseggenbestand, und geht von da oft auf Geröll und Fels über. Unter den *Juncus*-Arten macht sie als Xerophyt eine Ausnahme; sie zeigt eine wohlausgebildete Strohtunica. Auch dem Krummseggenrasen (Curvuletum) mischt sie sich oft bei; sie geht im Wallis bis 3100, am Piz Languard bis 3180 m (BRAUN), in Tirol bis 2500 m.

Sie zerfällt in zwei geographisch und nach dem Substrat geschiedene Unterarten: die echte dreispaltige Simse (*J. trifidus* L. subspec. *vaginatus* Neilr.), fast im ganzen Gesamtareal, aber auf kalkarmem Substrat, ohne Spreiten an den grundständigen Scheiden, und die einblütige Simse (*J. trifidus* subspec. *foliosus* Neilr. = *monanthos* Jacq. = *Hostii* Tausch, der Bürstling oder Gamsbart), besonders auf Kalk und nur in der Osthälfte der Alpen, mit einer Spreite an der obersten grundständigen Scheide, höher gewachsen und meist einblütig.

In ihrer Gesamtverbreitung zeigt die Pflanze zwei weit getrennte Bezirke: einen boreal-arktischen: ganzes nördliches Europa, Grönland,

---

[1]) Vergl. außer der Monographie von BUCHENAU: BLAU, J. Vergleichend-anatom. Untersuchung d. schweiz. *Juncus*-Arten. — Diss. Zürich, 1904.

[2]) Immerhin ist die Grundachse langsam kriechend; wo sie Gelegenheit findet, von einem Punkte aus allseitig sich zu verbreiten, wie auf ebenen Mähdern, bildet die Pflanze durch zentrifugales Weiterwachsen, während die innern Partien absterben, prächtige „Hexenringe“; die Triebe stehen in einem Kreise, oft von beträchtlichem Durchmesser. Sehr schön beobachteten wir das auf den blumenreichen Mähdern des Griestals (oberste Stufe des Tocetals, Südabfall des Gotthardmassivs), ferner im Heutal des Berninagebiets.

Fig. 159.

Alpine Simsen (*Juncus*) I.
(Nat. Größe.)

A. Die dreispaltige Simse (*Juncus trifidus* L., subsp. *vaginatus* Neilreich), vom St. Moritzer-See bei 1800 m. A_1. Scheidenende des Blattes mit dem „Öhrchen". B. Jacquins Simse (*Juncus Jacquini* L.), Val Madris im Avers bei 1900 m. B_1. Der Stempel mit den zierlich gedrehten Narben C. Die fadenförmige Simse (*Juncus filiformis* L.), Wildboden bei Davos bei 1530 m. D. Die Alpensimse (*Juncus alpinus* Villars), vom Splügen. (Nach der Natur von L. S.)

Labrador, Neufundland, Nordamerika bis New York, Samojedenland, Ural- und Altai und einen mitteleuropäisch-asiatischen: ganzer Alpenzug von den Seealpen bis Niederösterreich, Steiermark und Krain, ferner Karpathen, Sudeten, Böhmerwald (wo sie als Bestandteil der Felsflora auf Urgestein auftritt), Balkangebirge, Kaukasus (fehlt China und dem Himalaya); sie wird allgemein zum nordischen Anteil der Alpenflora gezählt.

Jacquins Simse (*Juncus Jacquini* L. Fig. 159, B) ist unsere schönste Alpensimse: in dichten Köpfchen stehen die schwarzbraunen glänzenden Blütensternchen mit schwefelgelben Staubbeuteln und prachtvoll korkzieherartig gedrehten rötlichen Narben (Fig. 157, B_1); die steifen glänzenden Halme marschieren in dichten Horsten truppweise auf, hin und wieder auch Hexenringe bildend. Die Laubblätter sind hier echte Simsenblätter, stielrund; sie stehen entweder am Halm unter dem endständigen Blütenstand oder bilden als einziges Blatt steriler Triebe scheinbare „unfruchtbare Stengel". Das Blühen erfolgt deutlich in Pulsen, die Anthese dauert einen Tag. Trotz der auffallenden Blüten ist die Pflanze ein reiner Windblütler. Die Pflanze ist ein Feuchtigkeitszeiger, eine Flachmoor- und Quellflurenpflanze besonders des kalkarmen Substrats, in der Hochregion jedoch auch dem Curvuletum beigemischt, von den Seealpen bis Niederösterreich und im Küstenland, von 1500 m (Tirol) bis 2900 m (Wallis); sie gehört geographisch zum mitteleuropäisch-alpinen Element, genetisch ist sie wohl ein Erzeugnis der Alpen selbst (die Standorte auf den Karpathen sind nach Ascherson-Graebner fraglich). Sie ist von unseren sämtlichen Alpensimsen die einzige nicht nordischen Ursprungs!

Eine arktische Pflanze mit reliktartig sporadischem Vorkommen in den Alpen (Savoyen, Piemont, Oberwallis, Oberengadin, Tirol, Venetien) und Pyrenäen ist die stattliche, ebenfalls dunkelblättrige **arktische Simse** (*Juncus arcticus* Willd, Fig. 160, A). Es ist eine unterirdisch wandernde Pflanze mit kriechendem Erdstock, mit dicken steifen Stengeln und scheinbar seitenständigen, wenigblütigen Köpfchen kastanienbrauner Blüten. Das Blühen erfolgt in deutlichen Pulsen; der weibliche Zustand tritt am frühen Vormittag ein und dauert 2—3 Stunden; dann erst öffnet sich das Perigon und springen die Antheren auf; gegen Abend sind die Blüten wieder geschlossen. Sie wächst gesellig auf feuchtem Boden im „Goodenovietum" und als Besiedler berieselter Sandflächen; so ist z. B. der zeitweise überschwemmte ehemalige Seegrund des Mattmark-See oberhalb Saasfee mit einem ausgedehnten, von weitem schon schwarzschimmernden „Arcticetum" überzogen. Sie steigt bis 2543 m. Christ rechnet sie zum nordamerikanischen Element, doch sind nach A. u. G. die Angaben aus Nordamerika wohl irrtümlich; dagegen kommt sie im Altai vor.

Von ähnlicher Reliktnatur ist die ebenfalls arktisch-altaische und in allen drei Erdteilen nach Süden vordringende **kastanienbraune Simse**

Fig. 160.

Alpine Simsen (*Juncus*) II.
(Nat. Größe).

A. Die arktische Simse (*Juncus arcticus* Willdenow), vom Ufer des Mattmark-Sees im Saastal, Wallis, bei ca. 2100 m.
B. Die dreispelzige Simse (*Juncus triglumis* L.), Splügenpaß, Nordseite, bei 1800 m.
C. Die kastanienbraune Simse (*Juncus castaneus* Smith), von Vrin.

(Nach der Natur von L. S.)

(*Juncus castaneus* Smith, Fig. 160, C), durch die großen dunkeln Blüten in Kombination mit rinnigen, nicht stielrunden Blättern und das lange Hüllblatt leicht zu unterscheiden. Sie steigt nicht über die Baumgrenze und findet sich in Bünden (Splügen, Vrin, Flüela), Lichtenstein, Salzburg, Steiermark und Kärnten.

Eine unscheinbare Bewohnerin alpiner Sumpfwiesen und Flachmoore bis 2750 m im Wallis, bis 2800 m in Tirol, eine stete Begleiterin des Gemeinseggenrasens (*Carex Goodenovii*), besonders an offenen Stellen, auch als Pionier auf sandigen Alluvionen auftretend, ist die **dreispelzige Simse** (*Juncus triglumis* L., Fig. 160, B). Aus kurzkriechenden Grundachsen entspringen steif aufrechte, höchstens 15 cm hohe, nur am Grunde beblätterte Stengel, die in ein meist dreiblättriges Köpfchen rotbrauner Blüten endigen. Sie öffnen sich nicht bis zum sternförmigen Ausbreiten, sondern nur trichterförmig; Autogamie ist im Zwitterstadium leicht möglich. Sie hat zwei scharf getrennte Verbreitungsbezirke: einen nordischen (Nord-Eurasien und Nordamerika, zirkumpolare Arktis) und ein mitteleurasisches Gebirgsareal (Pyrenäen, Alpen, Abruzzen, Karpathen, Balkan, Kaukasien, Zentralasien, Himalaya); der arktische Ursprung dieser Glazialpflanze ist sehr wahrscheinlich.

Aus der subalpinen Zone, wo sie ihre Hauptverbreitung hat, steigt in die Alpenregion bis 2600 m (Wallis) und 2750 m (Tirol) die **fadenförmige Simse** (*Juncus filiformis*, Fig. 159, C), durch den in der Mitte des Stengels scheinbar seitlichen Blütenstand leicht kenntlich. Sie ist eine subalpine Flachmoorpflanze, in der Gemeinseggenwiese und dem Rasenbinsenbestand als steter Begleiter zu finden (*Carex Goodenovii*, *Trichophorum caespitosum*), aber auch auf feuchten Stellen der Weide ist sie häufig. Sie ist eine bis Patagonien verbreitete, arktische Glazialpflanze, in Norddeutschland als Glazialrelikt auf Mooren häufig; im mittleren und südlichen Europa Gebirgspflanze. — Noch weniger ausgesprochen alpin ist die **Alpen-Simse** (*Juncus alpinus* Vill., Fig. 159, D) mit beblättertem Stengel und quergefächerten stielrunden Blättern; sie geht besonders auf berieseltem Sand an Bachufern und Seen bis 2450 m (Wallis) und 1770 m (Tirol). Sie ist arktisch (Grönland), nordamerikanisch, nord- und zentraleuropäisch und sibirisch.

§§ 2. **Die Hainsimsen** (Gattung *Luzula*).

Die Hainsimsen sind den Gräsern noch ähnlicher als die Simsen; ihre Blätter sind stets flach, grasartig, außerdem, zum scharfen Unterschied von den Simsen, am Rande stets ± gewimpert. Die Kapseln sind einfächrig und beherbergen nur 3 große Samen, ohne oder mit einem weißen Anhängsel.[1]) Das

---

[1]) Dieses Anhängsel tritt entweder an der Spitze des Samens als „Caruncula“ auf und ist dann ein ölführendes „Elaiosom“, das Ameisen anlockt, die die Samen verbreiten (bei keiner alpinen Form!); oder es ist ein Luftsack am Grunde des Samens und dient der Windverbreitung (so bei *L. spicata* und *campestris*; bei *lutea* und *spadicea* fehlt es). Siehe u. a. Sernander, R., Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren. — Kgl. Svenska Vet. Ak. Handl. Bd. 41, Nr. 7, 1906.

Blühen in „Pulsen“ kommt hier nicht vor; die Protogynie ist oft so stark ausgeprägt, daß die Narben schon aus der geschlossenen Blüte hervortreten.

Die **gelbe Hainsimse** (*Luzula lutea* Lamarck) nimmt in mehrfacher Hinsicht eine Ausnahmestellung ein: ihre Blätter sind nahezu oder völlig kahl, ihre Blüten relativ groß und hellgelb gefärbt, so daß sie sogar Insekten anlocken (Übergang von der Windblütigkeit zur Insektenblütigkeit!). Auch ist sie die einzige unserer typisch alpinen Hainsimsen, die, zum mitteleuropäisch-alpinen Element gehörig (Westalpen bis Tirol und Venetien, Pyrenäen, Apennin), wohl auf den Alpen entstanden ist. Sie ist ausgesprochen kalkfeindlich und bewohnt Mähder, Wildheuplanken und Weiden der zentralen Alpenketten von 1800—3100 m im Wallis, bis 3180 m am Piz Languard (Braun), von 1580 bis 2800 m in Tirol.

Die **braune Hainsimse** (*Luzula spadicea* Lam.) ist ebenfalls schwach behaart, hat aber unscheinbar braune, rein windbestäubte Blüten.[1]) Sie bildet auf kalkarmem Substrat der gesamten Alpen, als Charakterpflanze der Schieferalpen in Tirol, an feuchten, nördlich exponierten steinigen Stellen oft reine zusammenhängende Rasen, mit Rostsegge abwechselnd, oft auch im Geröll eine Pionierrolle spielend, bis 3100 m im Wallis, in Tirol von 1250—2840 m. Sie ist in den Alpen, Pyrenäen und Apenninen zu Hause, und in einer wenig abweichenden nordischen Rasse (var. *Wahlenbergi* Buchenau = *parviflora* [Ehrh.] Desf.) im arktischen Amerika und Asien, sowie in Nordeuropa, Nordamerika und Sibirien; also geographisch zum arktisch-altaischen Element gehörig.

Die dritte alpine Hainsimse, die **ährige** (*Luzula spicata* Lam.), ist durch ihr dichtgedrängtes, stets zierlich nickendes Ährenköpfchen sehr gut charakterisiert; sie bewohnt die kurzrasige hochalpine Weide auf kalkarmem Substrat (Krummseggenrasen, Nardusweide) und geht von da auf Geröll und Fels über, von den Seealpen bis Oberösterreich, Obersteiermark, Kärnten und Görtz zwischen 1600 und 3100 m (in Tirol 1460—2830 m).

Ihre Allgemeinverbreitung ist eine sehr weite: im ganzen arktischen und subarktischen Gebiet, in Schottland, auf den Cevennen und von den Pyrenäen über die Alpen bis zu den Karpathen, aber auch auf der Sierra Nevada, Korsika, Sardinien, in Albanien, Pindus, Balkan, in Thrakien, auf dem bithynischen Olymp und den pontischen Gebirgen, auf dem Ida und in Cappadocien, sodann auf dem Altai, Alatau, in Turkestan und Kashmir; in Nordamerika außer dem arktischen Gebiet noch auf den White mountains und auf den Rocky mountains.

„Es liegt daher die Hypothese nahe, daß die Art arktischen Ursprungs ist, daß sie von dort die physiologische Eigenschaft, nur in Regionen mit längerer Winterruhe gedeihen zu können, mitgebracht hat. Anderseits spricht aber ihr Vorkommen auf sehr entfernten Gebirgen des Mittelmeergebiets, welche auch in der Glazialzeit nicht mit den Pyrenäen, Alpen und Karpathen zusammengehangen haben, entschieden dafür, daß die Samen auf irgend eine Weise über größere Strecken transportiert worden sein müßten. Für eine weite Verbreitung durch den Wind sind sie zu groß;[2]) es bliebe also nur die Verbreitung durch Vögel übrig“ (Engler, Polymorphe Pflanzentypen der nördlichen gemäßigten

---

[1]) Schulz fand nach dem ersten weiblichen Stadium ein geschlechtsloses Zwischenstadium und dann erst verstäubende Antheren; Buchenau konstatierte bei kultivierten Exemplaren ein Zwitterstadium nach dem weiblichen.

[2]) Dieser Einwand ist kaum stichhaltig, wenn man bedenkt, daß der Wind Salzkristalle von bis 0,7 Gramm Gewicht auf mindestens 250—300 Kilometer vertragen kann (Vogler) oder Kalkstückchen über 150 Kilometer weit bläst (Stanislaus Meunier, Comptes rendus 113, 1891, p. 100).

Zone bei ihrem Übergang in die afrikanischen Hochgebirge. — Festschrift für Ascherson 1904). Dieser expansionsfähige Typus hat in nahe verwandten Arten auch die abyssinischen Gebirge und den Kilimandscharo besiedelt (*L. abyssinica* Parl.) und ist auf den Anden bis Chili vorgedrungen, ja selbst bis Neuseeland (*L. racemosa* Desv.).

Aus der montanen Region steigt bis über die Baumgrenze: die **sudetische Hainsimse** (*Luzula campestris* [L.] DC., subspec. *sudetica* [Willd.] Celak., var. *alpina* A. u. G.), mit steif aufrechten, 6—8blütigen, schwärzlichen Ährchen und glänzend schwarzbraunen Kapseln, ein ganz allgemein verbreiteter Bestandteil der ungedüngten Rasenbestände der gesamten Alpenkette von 1000—2600 m, auch in den Mittelgebirgen zu Hause, zum silvestren Element gehörig. Ebendahin gehört die üppigste, breitblättrigste und höchstgewachsene von allen, die **Wald-Hainsimse** (*Luzula silvatica* Gaudin), eine Zierde der Bergwälder, aber auch über der Baumgrenze die Mähder mit ihren großen Blatt-Rosetten schmückend. Rein subalpin dagegen ist die Schneesimse (*Luzula nivea* Lamarck), mit leuchtend weißen Perigonen, wie die *lutea* von mitteleuropäisch-alpiner Verbreitung und wie diese zur Insektenblütigkeit überleitend.

§ 4. Die Liliengewächse (*Liliaceen*) und ihre nächsten Verwandten (*Iridaceen* und *Amaryllidaceen*).

Im Reiche der schönblühenden Monocotyledonen ist die Ebenen- und Bergflora gegenüber der alpinen Region entschieden bevorzugt! Der bunten, blumenfrohen Gesellschaft der Tulpen, Lilien und Hyazinthen, der Scilla- und Ornithogalumarten, der Maiglöckchen, der Schwertlilien, Gladiolus und Crocusarten, der Schneeglöckchen, Märzglöckchen, Narzissen und Tazetten, welche die Steppen, Felsenheiden, Triften und Wälder der Ebenen und unteren Gebirgslagen besonders im südlichen Europa schmücken, hat die Wiesenflora der eigentlichen Hochgebirgsregion streng genommen nur drei ganz unscheinbare Besonderheiten entgegenzusetzen: die Sumpf-Liliensimse (*Tofieldia palustris*), die Faltenlilie (*Lloydia serotina*) und Liottards Gelbstern (*Gagea Liottardi*). Das sind überhaupt die einzigen spezifisch alpinen *Liliaceen*; die *Amaryllidaceen* und *Iridaceen* haben überhaupt keine Arten, deren Hauptverbreitung über der Baumgrenze liegt. Rechnen wir freilich noch die Arten hinzu, welche aus den untern Regionen bis zur Baumgrenze und darüber steigen, aber mit Schwergewicht der Verbreitung in der montan-subalpinen Region, so kommen doch eine Reihe stattlicher Erscheinungen dazu: für die Wiesenflora in erster Linie die prächtige Faltenlilie (*Paradisia*) und der hoch aufstrebende blütenreiche weiße Germer (*Veratrum album*), dann die alpine Herbstzeitlose (*Colchicum alpinum*), eine ganze Anzahl von Laucharten (*Allium victoriale, schoenoprasum* var. *sibiricum, strictum, narcissiflorum, insubricum, montanum, Kermesinum*), der Frühlingssafran (*Crocus vernus*) und die strahlblütige Narzisse (*Narcissus radiiflorus*); auf Fels- und Geröllfluren steigt die auffallendste Blüte der Alpen bis 1900 m, die Feuerlilie (*Lilium bulbiferum* und var. *croceum*); auch die gebräuchliche Weißwurz (*Polygonatum officinale*), wie die Maiblume gehen weit herauf im Schutz der Felsen und Gebüsche; die Hochstaudenvegetation (Karfluren) weisen bis über die Baumgrenze den Knotenfuß (*Streptopus*) und den schönen Türkenbund auf (*Lilium martagon*, bis 2300 m).

Die Scheu der schönblütigen Monocotylen vor der offenen Alpentrift ist besonders für eine Gruppe derselben, die vergänglichen Frühlingspflanzen, um so auffallender, als gerade diese mit ihrem geringen Wärmebedürfnis und ihrer kurzen Vegetationsperiode dem alpinen Klima trefflich angepaßt erscheinen.

Warum sind Schneeglöckchen, Märzglöckchen, Scilla, Narzissen, Erythronium und frühblühende Tulpen nicht über die Baumgrenze emporgestiegen? Ihre Samen besitzen keine besonderen Verbreitungsmittel; waren sie also bei der postglazialen Einwanderung im Nachteil? Aber *Paradisia* und *Crocus* sind in derselben Lage und wenigstens bis zur Baumgrenze gelangt. Das ist eine der Fragen, die am besten durch Kulturversuche auf hochalpinen Alpengärten gelöst werden können; es müßte zunächst konstatiert werden, ob diese Frühlingspflanzen der Ebene das Alpenklima, namentlich das Alpenlicht, ertragen.[1])

Bei den meisten Liliifloren des Gebirges liegt das Schwergewicht der Verbreitung der Verwandten im Süden (*Crocus*, *Paradisia*, *Lilium*), nur die *Lloydia*, die *Tofieldia*, die *Gagea*, also die eigentlich alpinen, weisen nach Norden.

Die besprochenen Familien sind sämtlich insektenblütig und enthalten nur ausdauernde Zwiebel- und Rhizompflanzen.

Die **Sumpf-Liliensimse** (*Tofieldia palustris* Hudson = *borealis* Wahlenb. Fig. 161) hat den Wuchs einer Miniatur-Schwertlilie; die grasartigen, aber mit ihrer Kante gegeneinander gerichteten „reitenden" grundständigen Blätter bilden wie gepreßt aussehende Fächer; am Ende des höchstens 10 cm hohen Schaftes sitzt ein kopfiges Ährchen aus wenigen, weißlichgelben Blüten. Unterhalb des Perigons sitzt am Stil keine Vorblatthülle (Unterschied von der Art der Ebene). Trotz reichlicher Honigabsonderung aus seitlichen Furchen des Fruchtknotens werden die Blüten wenig besucht; sie sind „homogam", d. h. beide Geschlechter entwickeln sich gleichzeitig, so daß Selbstbestäubung möglich ist. Die Pflanze hat ihren Schwerpunkt im Hochnorden, ist dort zirkumpolar und subarktisch, ferner in Skandinavien, Island, Großbritannien, Finnland, Lapland und Nordrußland, Nordamerika zu Hause; neben diesem Hauptareal bewohnt sie ein zweites in Alpen, Pyrenäen und Ural. Sie ist auf die alpine

Fig. 161.

Die Sumpftofieldie (*Tofieldia palustris* Hudson). (Nat. Größe, nach Reichenbach).

[1]) Die Ansichten über die Natur dieser Frühlingspflanzen sind übrigens verschieden. Engler und Kjellmann fassen sie als Anpassungen an ein glaziales oder Steppenklima auf. Hesselman und Sernander halten es für wahrscheinlicher, daß sie typische Bewohner des Laubwaldes seien, an die intensivere Frühlingsbelichtung (vor der Belaubung) angepaßt. Das würde ihr Fehlen in der Alpenregion begreiflich machen.

Region beschränkt, wo sie die Flachmoore und berieselten Sandflächen der zentralen Ketten von der Dauphiné bis Oberösterreich, Steiermark und Kärnten bewohnt (im Wallis von 2000—2500 m, in Tirol von 1800—2400 m).[1])

Die **spätblühende Faltenlilie** (*Lloydia serotina* Reichenbach, Taschenflora Taf. 21, Fig. 6) ist die alpinste unserer Liliaceen; sie steigt nur wenig unter die Baumgrenze (ihre untere Grenze liegt bei 1680 m in Tirol, bei 1950 m in den bayrischen Alpen, 1600 m in den St. Galler Alpen, bei 1850 m in Glarus, bei 2000 m im Wallis) und geht bis in die Nivalregion (Tirol 2500 m, Faulhorn 2600 m, Suredenpaß 2770 m, Las Suors bei Pontresina 2980 m (Braun), Gornergrat 3100 m). Es ist ein unscheinbares Zwiebelgewächs, kaum 5—8 cm hoch, mit gras-, fast fadenförmigen Grundblättern und grasartigen Stengelblättern; die einzeln stehende, kaum 10—15 mm im Durchmesser zählende Blüte hat weißliche Perigonblätter, die im Grunde auf einer dicken Leiste Honig absondern; drei rötliche Streifen laufen nach dem Honigtropfen hin zusammen. Da die Blüte sternförmig ausgebreitet ist, liegt der Honig auch für kurzrüßlige Insekten offen dar und wird auch von solchen reichlich ausgebeutet, wobei die Blüte bestäubt wird. Die Angabe von Müller, wonach in rauhen windigen Orten (Albula) die Blüte ihre Sexualorgane gleichhoch entwickelt und Selbstbestäubung von vornherein möglich ist, während an geschützten insektenreichen Orten die Narbe weit die Staubgefäße überragt, also Selbstbestäubung unmöglich ist, ist von größtem Interesse, bedarf aber weiterer Prüfung. — Die kleinen flachen Samen werden durch den Wind verbreitet.

Die Faltenlilie steht an der Grenze der Wiesen- und Felsflora: sie meidet die offene Weide und den langhalmigen Rasen der Mähder- und Wildheuplanken und zieht die Pionierrasen zwischen Geröll und Fels vor, wo sie in den oft tiefen Humuslagern ihre kleinen Zwiebeln birgt, besonders auf kalkarmem Substrat. Sie ist ein weitverbreiteter boreal-alpiner Typus: einerseits ganze Alpenkette, Karpathen, Banat, Balkan, Kaukasus, Himalaya, nordamerikanische Anden, anderseits England, arktisches Europa, Asien, Amerika und Sibirien, also eine typische „Glazialpflanze“, mit wahrscheinlichem Ausgangspunkt im Norden. Die 11 andern Arten der Gattung sind vom Mittelmeergebiet durch den Himalaya bis Ostsibirien, Kamtschatka und zu den Kurilen verbreitet.

Die dritte alpine Liliacee, *Gagea Liottardi*, wollen wir mit *Crocus*

---

[1]) Der Schwerpunkt der ganzen Gattung liegt nach den neuen Arbeiten von Franchet und Diels in Japan und Ost-Tibet, jenem „Sammelpunkt für alle Vegetationen Ostasiens, einem in seiner Fremdwirkung vielleicht unerreichtem Florengebiet der Erde“ (Diels).

vernus bei der Behandlung der Flora des „schmelzenden Schnees", als einer biologischen Untergruppe der Wiesenflora besprechen.

Hier schließen wir noch die nicht über, sondern unter der Baumgrenze vorzugsweise verbreiteten Arten an, die aber auch einen wichtigen Anteil an der Wiesenflora der untern alpinen Region nehmen:

Aus der montanen und subalpinen Region steigt bis 2600 m im Wallis, 2200 m in Tirol die **kelchige Liliensimse** (*Tofieldia calyculata* Wahlenberg), ein ausgesprochener Magerkeitszeiger, auf Mähdern, Humuspolstern und Mooren häufig. Die Ähre verkürzt sich mit dem Ansteigen im Gebirge immer mehr, wird zuletzt fast kuglig (var. *glacialis* Rchb.). Die Pflanze zeigt eine weite Verbreitung in der nördlich-gemäßigten Zone, wie überhaupt das ganze Geschlecht der Tofieldien mit seinen 14 Arten ein boreales und asiatisches Hochgebirgsgeschlecht ist.

Die Herbstzeitlose der Ebene, die übrigens auch bis in die alpine Region aufsteigt (Wallis bis 2200 m, Tirol bis 1900 m), hat in den Westalpen, von den Seealpen bis Wallis und Tessin eine nahe subalpine Verwandte, die kleine **alpine Herbstzeitlose** (*Colchichum alpinum*), die in Wallis von 600—2000 m auf feuchten Wiesen vorkommt. Sie zeigt dieselbe Anomalie des Blühens: die Blüte erscheint im Juli bis September, die Blätter mit der Frucht im Frühling. Die Bestäubungsverhältnisse sind noch nicht untersucht. Die ganze Verwandtschaft der Pflanze weist nach dem Süden, nach der Mediterranflora.

Eine Zierde der Alpweiden, der fetten Mähewiesen und der Hochstaudenvegetationen bis zur Baumgrenze und wenig darüber ist der giftige **weiße Germer** (*Veratrum album* L., Fig. 162). Aus kräftigem Erdstock entspringen bis 1 $^1/_2$ m hohe, dicke Stengel, mit breiten, üppigen, tief-längsgefalteten, spiralig dichtstehenden Blättern; sie endigen in eine reichblütige Rispe, aus großen kurzgestielten, die Achsen in dichtem Schluß umgebenden Blüten. Die Perigonblätter sind außen stets grünlich, innen rein weiß (var. *typicum*) oder gelblichgrün (var. *Lobelianum*).

Die Pflanze streicht als montane und subalpine Gebirgsbewohnerin von der iberischen Halbinsel bis zum Kaukasus, geht in die deutschen Mittelgebirge bis zu den Sudeten, steigt überall in die Sumpfwiesen des Bergvorlandes bis 500 m hinab,[1]) als Charakterpflanze der voralpinen Flachmoore, mit *Trollius* und *Sweertia*, anderseits an begünstigten Stellen bis über die Baumgrenze hinaus (Wallis 2400 m, Tirol 2200 m). Als Glazialrelikt findet sie sich in der Ebene von Oberschlesien. Im Norden hat sie einen zweiten Verbreitungsbezirk (Rußland, Finnland, Lappland, Sibirien, Altai, zirkumpolare Arktis). Da 2 nahe verwandte Arten in Japan und 2 in Nordamerika vorkommen, ist der Ursprung wohl in den Nordosten zu verlegen, wie überhaupt der Schwerpunkt der ganzen Gruppe der *Melanthoideen* (*Tofieldia*, *Veratrum*) in Ostasien und Nordamerika zu liegen scheint.

Den Sennen ist der Germer als giftiges, platzraubendes, verdämmendes Unkraut verhaßt, das den Boden stark aussaugt und gerade die fettesten Stellen liebt. Immerhin behaupten manche Sennen im Jura, daß er durch Beschattung den Rasen frisch erhalte, so daß nach ihrem Abwelken im Anfang August das Vieh noch Gras vorfinde (Moreillon). Das erfahrene Großvieh kennt ihn zwar und meidet ihn sorgfältig, läßt ihn auch in der Krippe liegen, aber Ziegen, Schafe

---

[1]) Gradmann (Pflanzenleben der schwäbischen Alp) rechnet sie zu seiner präalpinen Gruppe der montanen Pflanzen.

(Müller beobachtete 41 verschiedene Insekten!). Die Bestäubungseinrichtungen sind noch weiter zu prüfen: Müller fand die Blüten stark protandrisch mit ausschließlicher Insektenbestäubung, Kerner dagegen umgekehrt stark protogyn mit regelmäßiger „Nachbarbestäubung". Der Allermannsharnisch ist ein vorwiegender Bewohner langhalmiger Mähder und Wildheuplanken von 1500—2200 m im Wallis, 1000—2300 m in Tirol; er bildet durch seine kriechenden Grundachsen oft ganze Bestände, die alles andere unterdrücken und sich im Sommer von weitem schon durch die gelbe Färbung der früh vergilbten Blätter bemerkbar machen. Er bewohnt den ganzen mitteleuropäischen Gebirgstraktus von Spanien, über die Pyrenäen, dann Südfrankreich über die gesamte Alpenkette samt Jura, Vogesen, Sudeten, Karpathen und Banat bis auf die Balkangebirge, geht zum Kaukasus über, ist auf den asiatischen Gebirgen bis China, Japan, Kamtschatka verbreitet (am Altai auch in den tiefen Regionen) und findet sich auch im westlichen Nordamerika, fehlt aber Nordeuropa und der Arktis. Der Verbreitungstypus ist also altaisch-alpin mit Schwergewicht in Asien, von wo die Pflanze ausgegangen sein dürfte.

Fig. 163.

Der Blütenstand und Erdstock des Allermannsharnisch. (*Allium victoriale* L., nat. Größe.)

Der Erdstock ist umgeben von zahlreichen netzfaserig verwitterten Scheiden. (Nach der Natur von L. S.)

Der kräftige, bei den Alpenwanderern als Suppenwürze sehr beliebte **Alpenschnittlauch** (*Allium schoenoprasum* L. var. *foliosum* Clar., Taschenflora Taf. 24 Fig. 9) bildet auf Sumpfwiesen, quelligen Stellen und berieselten Felsterrassen üppige dunkelgrüne Bestände, aus denen die hellvioletten, kugligen Blütenköpfe auf 20—50 cm hohen Stengeln herausleuchten. Es ist eine durch hohen Wuchs und allmählich zugespitzte, sehr schmale Perigonblätter gut charakterisierte Abart des gewöhnlichen Schnittlauch, die in den Alpen ganz allgemein verbreitet ist (Wallis von 1100—2500 m, Graubünden bis über 2600 m (Braun), Glarus bis 2360 m, St. Gallen bis 2200 m), häufig durch die Flüsse herabgeschwemmt erscheint (so z. B. überall am Bodenseeufer), aber der dazwischenliegenden Bergregion meist völlig fehlt. Die Pflanze ist weit verbreitet auf den europäischen, asiatischen und amerikanischen Gebirgen einerseits, im Norden anderseits bis in die Arktis; ihr Ausgangspunkt ist schwer zu ermitteln.

Noch andere Alliumarten steigen bis zur Baumgrenze und darüber; sie können hier nur kurz erwähnt werden: *Alluim sphaerocephalum* (bis 1900 m),

strictum (2500 m), *narcissiflorum* (Seealpen 2600 m), *insubricum* (Südalpen 2000 m), *senescens* (2275 m), *Kermesinum* (Oberkrain und Steiermark 1700—2200 m).

§ 5. Die Knabenkräuter (*Orchideen*).

Die alpinen Orchideen gehören sämtlich der Wiesenflora an. In noch höherem Grade als bei den Liliifloren tritt hier die Verarmung mit steigender Höhe zutage. Die höchststeigende, die einzige nivale und die einzige spezifisch hochalpine Orchidee, die Zwergorchis (Fig. 164), ist die unscheinbarste des ganzen Geschlechts. Aus der Koniferenzone steigen 4 weitere Formen herauf: *Orchis globosus*, *Gymnadenia albida*, *Nigritella nigra* und *rubra*. Von diesen sind nur die letzteren bedeutsame eigenartige Erscheinungen, durch Duft, Farbe und Blütenbau vor allen Ebenenformen ausgezeichnet, wenn auch an Blütengröße weit hinter vielen derselben zurückstehend.

Die alpinen Orchideen sind ausschließlich der Insektenbestäubung durch höchst merkwürdige Einrichtungen angepaßt; die meisten sind Falterblumen, nur die Zwergorche ist eine „Kleinkerfblume“. Sie sind alle, wie die der Ebene, ausgesprochene Magerkeitszeiger, fliehen die Düngung und werden vom Vieh nicht gefressen. Sie verlangen humushaltigen Boden; nur ganz ausnahmsweise verirren sie sich auf das nackte Geröll. (*Epipactis rubiginosa* tritt besonders gern auf Kalkschutt auf, so im Scarltal, s. oben S. 88.) Ihre sägespänartig kleinen Samen sind in extremer Weise der Verbreitung durch den Wind angepaßt; die Wurzeln sind ausnahmslos von einem Pilz durchzogen. Sie scheinen nach den Untersuchungen von Bernard in weitgehender Weise von diesem Pilz abhängig zu sein, dessen Anwesenheit im Boden sogar eine unerläßliche Bedingung für die Keimung der Samen bildet. Diese Verminderung der Besiedelungstüchtigkeit läßt die reiche Produktion flugfähigster Samen um so zweckmäßiger erscheinen.

Alle Orchideen, die in die alpine Region aufsteigen, haben Wurzelknollen, aus Nebenwurzeln entstanden, als unterirdische Speicherorgane (Fig. 164); der oberirdische Sproß stirbt nach der Fruchtreife ab und wird jedes Jahr durch einen Tochtersproß mit neuer Wurzelknolle ersetzt. So erhält sich die Pflanze jahrelang an nahezu derselben Stelle; eine Wanderung, eine vegetative Vermehrung und darauf basiertes geselliges Wachstum fehlt durchaus. Dagegen bedingen die zahlreichen Samen eine ausgiebige, reproduktive Vermehrung, so daß manche Arten an günstigen Standorten wimmeln (bes. die *Gymnadenien*).

Die **Zwergorchis** (*Chamaeorchis alpina* Richard, Fig. 164) duckt sich bescheiden unter das Gras; sie bildet rundliche Wurzelknollen; der Stengel trägt an seinem Grunde ein Büschel schmaler grasartiger Blätter; die Blütenähren am Ende des 5—12 cm hohen Stengels sind oft ganz zwischen den Blättern versteckt. Die kleinen, grünlichgelben duftlosen Blüten sondern reichlich Honig ab, und werden, wie Müller vermutet, wohl von winzigen Schlupfwespen, Fliegen oder Käfern bestäubt; direkt beobachtet wurde das allerdings nicht, doch fand Müller an den meisten der untersuchten Stöcke die Staubkölbchen entfernt und die Narben befruchtet. — Die Pflanze bewohnt kurzrasige, steinige Weiden und Mähder der alpinen und nivalen Region auf kalkreichem Boden (Wallis 2000 bis 2700 m, Waadtländeralpen 1600—2300 m,

und Kälber vergreifen sich manchmal an ihm und gehen dann zu grunde; wenig empfindlich scheinen dagegen die Pferde zu sein. Das sicherste Vertilgungsmittel ist natürlich das Ausgraben, das durch den Verkauf der offizinellen Rhizome noch eine Nebeneinnahme bringt (20 Frcs. für den Zentner von getrockneten Wurzeln!).

Fig. 162.

Der weiße Germer (*Veratrum album* L.).

Auf dem Schachen bei Garmisch, Bayern 1870 m.
(Nach Originalaufnahme von Inspektor Othmer, München.)

Eine der schönsten Zierden alpiner Wiesen ist die **Trichterlilie** (*Paradisia liliastrum* Bert., Taschenflora Taf. 5, Fig. 3). Aus einem Bündel grasartiger Blätter entspringt der schlanke, 40—60 cm hohe zierlich geneigte Schaft, an dem die schneeweißen Trichter der einreihig

gereihten großen Blüten leuchten. Die unten zum Honigschutz zusammenhaltenden, oberwärts divergierenden Perigonblätter sind bis 40 mm lang. Der Honig wird wie bei vielen Liliaceen in spaltenförmigen Höhlungen der Scheidewände des Fruchtknotens abgesondert und tritt durch eine Öffnung heraus, im Grunde der Blüte sich ansammelnd. Die Narbe überragt die Staubgefäße um ein Beträchtliches, so daß Selbstbestäubung ausgeschlossen ist. Die Blume ist eine unzweifelhafte Nachtfalterblüte; das ätherische, bei Nacht leuchtende Weiß, die Bergung des Honigs, die langen Staubgefäße und Griffel als Anflugsstangen, alles spricht dafür. In der Tat beobachtet Müller ihre Bestäubung durch *Plusia gamma*, die Gamma-Eule.

Die Trichterlilie bewohnt Mähder und Wildheuplanken vom *Sempervirens*-Typus, und geht auch in die Hochstaudenvegetation zwischen Alpenerlen; im Tessin ist sie sehr häufig im Kastanienwald, schon von 300 m an (Piano di Losone, nach Braun, Wallis 1000—2000 m, Tirol 950—2000 m); sie ist auf die West-, Zentral- und Südalpen beschränkt, geht von den Seealpen bis Graubünden, am Südhang von Südtirol[1]) bis Venetien, Kärnten und Krain; auch den nördlichen Kalkalpen der Schweiz fehlt sie nicht; Freiburger-, Waadtlanderalpen, Berneroberland, Glarus; für St. Gallen und Appenzell ist sie nur auf den grauen Hörner angegeben, in den bayrischen Alpen fehlt sie völlig. Außerhalb der Alpen ist sie in Portugal, den Pyrenäen, dem Jura und Apennin zu Hause.

Diese schöne Zier unserer Alpenflora steht ganz isoliert da, die Gattung ist monotypisch, hat nur diese eine Art und ist wohl ein endemisches Produkt der Alpen. Immerhin schließt sie sich an eine Gruppe mediterraner Gattungen an (*Asphodelus*, *Eremurus*) und weist also auf den Süden.

Von den Laucharten gehört der **Allermannsharnisch** „Nünhemmler" (*Allium victorale* Linné) ungefähr ebensosehr der Koniferen- wie der Alpenregion an; er hat seinen Namen von den Faserhäuten des verdickten Stengelgrundes (Fig. 163), an welche sich allerlei Aberglauben knüpft: sie wurde als schützendes Amulett von den Kriegern getragen, die sie schuß- und hiebfest machte und zum Siege führte (daher „Siegwurz" *victorale*); gegen Behexung des Viehs wird sie auch heute noch gebraucht und von den Sennen gesucht; auch werden die Fasern zum Blutstillen benutzt. Das berühmte „Alraunmännchen" der Wiener Hofbibliothek ist aus dem Rhizom hergestellt; daher der Name „Glücksmännel". Die breiten Blätter unterscheiden diesen Lauch von allen unsern übrigen Arten leicht. Die stattlichen, meist gesellig wachsenden, bis $1/_2$ m hohen Stöcke fallen durch ihre gelblichweißen kugeligen Blütendolden schon aus großer Entfernung in die Augen und locken auch durch reichliche Honigabsonderung (aus den Fruchtknoten!) zahlreiche Bestäuber an

---

[1]) Nordgrenze in Tirol: Samnaun, Matschestal, Gadriatal, Platzerjöchl, Schlern, Villnöss, Col de Lana, Ampezzo, Kreuzberg.

Glarus bis 1900 m, Bünden über 2600 m (Braun), bayr. Alpen von 1890—2270 m, Tirol von 1600—2350 m). Ihr Verbreitungstypus ist alpin-nordeuropäisch. Sie hat ein weites Hauptareal im mitteleuropäischen Gebirgszug von der Dauphiné bis Salzburg und den Karpathen, und ein kleineres, wohl sekundäres in Skandinavien, fehlt aber nach Ostenfeld der Arktis; Christ dürfte wohl mit seiner Vermutung Recht haben, daß *Chamaeorchis* von den Alpen ausgegangen sei, um so mehr, als sie hier nähere Verwandte in der Gattung *Herminium* besitzt.

Fig. 164.
Die Zwergorchis.
(*Chamaeorchis alpina* [L.] Richard.)
(Nat. Größe.)
(Nach der Natur von L. S.)

Das **Schwärzlein** (*Nigritella nigra* [L.] Rchb. = *angustifolia* Rchb. Fig. 165, A, Fig. 166, n 1—6) ist eine der populärsten Alpenpflanzen, vom Volke wie von den Touristen eifrig gesammelt.[1] Die Wurzelknollen sind handförmig geteilt (Glückshändchen!); der 8—20 cm hohe Stengel ist mit schmallinealen dicklichen Blättern besetzt; die Blütenähre ist sehr dicht, beinahe kuglig oder ein wenig verlängert. Die Blüten haben bei der Normalform eine intensiv schwarzpurpurne Färbung; häufig sind sie rosenrot (var. *rosea* Goiran), sehr selten weiß (var. *pallida* R. Keller, Göscheneralp, Lenzerheide, Maladers, Bozen, Monte Baldo), oder ganz gelb (var. *flava* Jaccard) (Alp Thyon ob. Sitten, Göschenen, Avers, Zermatt); sie duften stark nach Vanille. Die Blüte zeigt die bei unseren Erdorchideen ganz seltene ungedrehte Stellung, mit der Lippe und dem kurzen Sporn nach o b e n gerichtet (Fig. 166, n 4), so daß die

Erläuterung zu Fig. 165.

A. Die rosenrote Männertreu (*Nigritella nigra* var. *rosea* Goiran).
B. Die rote Männertreu (*Nigritella rubra* [Wettstein] Richter).
C. Die kleinblütige Männertreu (*Nigritella micrantha* Kerner = *N. nigra* × *Gymnadenia albida*).
D. Heuflers Männertreu (*Nigr. Heufleri* Kerner = *N. nigra* × *Gymnadenia odoratissima*).
E. Die wohlriechende Männertreu (*Nigr. suaveolens* Kerner = *N. nigra* × *Gymnadenia conopea*).
F. Die Mücken-Nacktdrüse (*Gymnadenia conopea* [L.] R. Brown).
G. Die wohlriechende Nacktdrüse (*G. odoratissima* [L.] Richard).
H. Die weißliche Nacktdrüse (*G. albida* [L.] Richard).

(A. u. B. nach Wettstein, C—E nach Kerner, F—H nach der Natur von L. S.)

[1] Daher die große Zahl von Volksnamen; sie lassen sich etwa folgendermaßen gruppieren: Nach der dunkeln Farbe heißt sie: Schwärzlein, Kohlröschen, schwarze Stendelwurz, Bränderli, Brändli, Bräntele, Kühbrändli, Ruesseli,

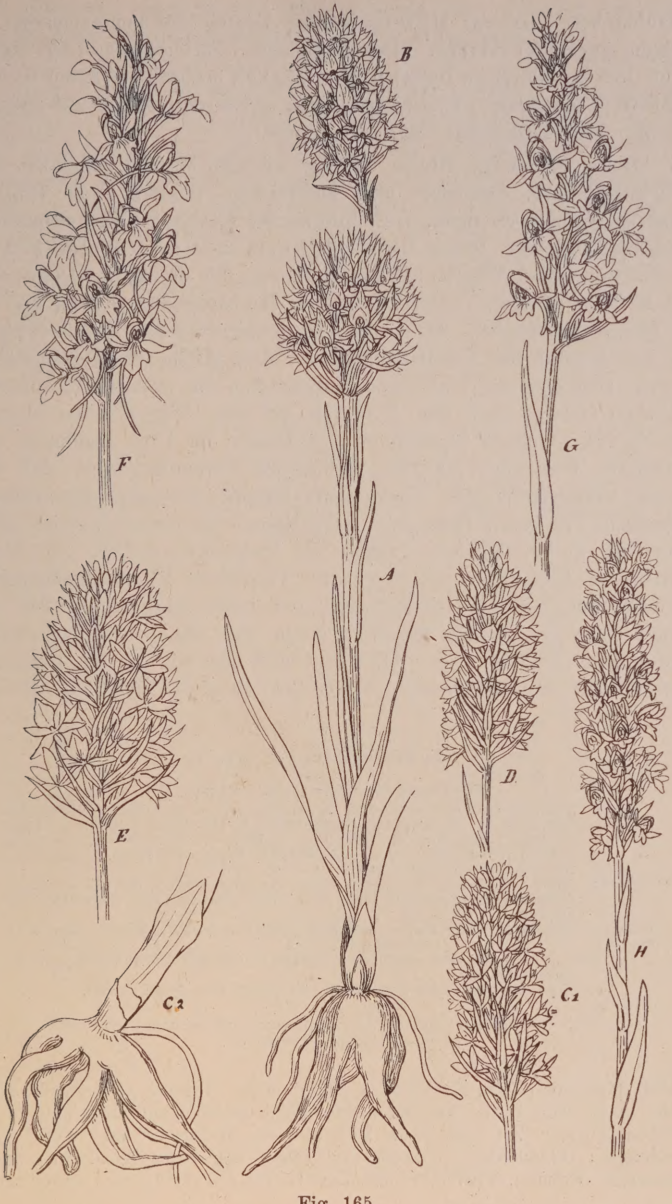


Fig. 165.

Die hellrot blühenden Abarten und Bastarde der Männertreu (*Nigritella nigra* [L.] Reichenbach) und die Eltern der letztern.

Staubkölbchen auf der Unterseite des Rüssels der honigholenden Insekten angekittet werden. Die auffallende Färbung und der starke Duft locken zahlreiche Insekten an; MÜLLER beobachtete deren 54 verschiedene, darunter 48 Schmetterlinge; trotz der Kürze des Sporns ist also das Schwärzlein eine Falterblume.

Diese eigenartige Blume bewohnt sonnige Weiden, Mähder- und Wildheuplanken, besonders auf kalkreichem Substrat von 1250 m (Gäbris, selten noch tiefer, z. B. 800 m bei Kottes in Niederösterreich, 880 bei Einsiedeln, 900 m bei Landeck) bis 2550 m im Wallis, 2200 m in St. Gallen und Waadt, 2270 m in Glarus, Piz Forun in Graubünden bis 2780 m (BRAUN), 1550—2280 m in den bayerischen Alpen, 2550 m in Tirol (Franzenhöhe). Sie gehört also vorzugsweise der Koniferenregion an und berührt die Nivalregion kaum. Ihre Allgemeinverbreitung erstreckt sich über die Wald- und Mattenregion der mittel- und südeuropäischen Gebirge von den Pyrenäen bis zum Thessalischen Olymp; im Norden ist sie in Skandinavien zu Hause; im Ural, Kaukasus und Himalaya fehlt sie. ENGLER spricht die Vermutung aus, daß der ganze Formenkreis der *Gymnadenia*-Gruppe (Gattung *Gymnadenia, Nigritella, Peristylus, Habenaria*) seine Heimat im östlichen Asien habe, und daß unsere *Nigritella* (welche wie *Gymnadenia albida* und *odoratissima* in Asien fehlt) schon vor der Glazialzeit ins Mediterrangebiet gelangt, und von dort nach Norden gewandert sei. CHRIST läßt die Frage offen, ob *Nigritella* aus Nordeuropa oder aus den Alpen stamme und ebenso Frl. JEROSCH. G. BECK wirft die mit der ENGLERschen Ansicht gut zu vereinbarende Frage auf, ob nicht *Nigritella*, die auf

Erläuterung zu Fig. 166.

Fr=Fruchtknoten, Sp=Sporn, L=Lippe.

n1—6. *Nigritella nigra*, var. *rosea* (völlig übereinstimmend mit dem dunkelrot blühenden Typus). — 1 Die einzelnen Perigonblätter in natürlicher Anordnung, Lippe (typische Form!) nach oben gerichtet. 2 Blüte von vorn. 3 Blüte von unten. 4 Blüte von der Seite. 5 u. 6 Abweichende Formen der Lippe.
r1—6. *Nigritella rubra* (Wettst.) Richter, 1—6 wie oben.
S=n×c. Blüte der *Nigritella suaveolens*=Bastard der *Nigr. nigra* u. *Gymadenia conopea*. Fruchtknoten ungedreht, Lippe nach oben gerichtet, aber Sporn länger als bei n4.
H=n×o. Blüte d. *Nigritella Heufleri* =Bastard d. *Nigr. nigra* u. *Gymnadenia odoratissima*.
m=n×a. „ „ „ *micrantha*= „ „ „ „ „ „ *albida*.
c. „ „ *Gymnadenia conopea*, Fruchtknoten (Fr) gedreht, Lippe abwärts gerichtet, Sporn sehr lang.
o. Blüte der *Gymnadenia odoratissima* (wie vorige, aber Sporn kürzer).
a. „ „ „ *albida*.

(n1—6 u. r1—6 nach WETTSTEIN, S=n×c, H=n×o und m=n×a nach KERNER, c, o und a nach SCHULZE.)

Möhrli, Mohrenköpflein, Naseblüeter, Blutblümlein, Blutrösle, Bluttröpfle, Brunelle; nach dem Duft: Vanilleblüemli, Schokoladeblüemli, Kopfwehblüemli („Storaxerdbeere“ [?]); nach ihrem kolbenartigen Blütenstand und allerlei Verwendungen: Bergchölbli, Schabachölbli, Lüscholbli; nach irgend einer Sage: Männertreu (STEBLER, Alpenunkräuter, MAX SCHULZE, D. Orchidaceen Deutschlands).

dem illyrischen Hochgebirge sehr verbreitet ist, vielleicht von dort aus als ihrem Entstehungszentrum auf die Alpen gelangt sei.

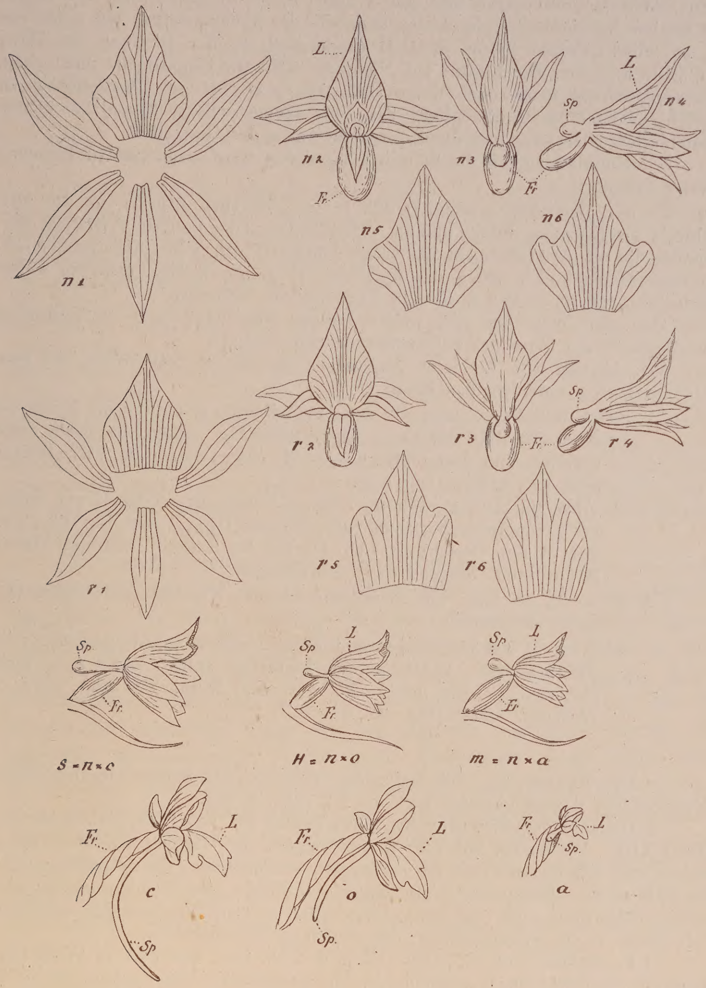


Fig. 166.

Blütenanalysen der hellrot blühenden Abarten und Bastarde von *Nigritella nigra* und der Eltern der letztern.

Von großem Interesse sind die Bastarde, welche *Nigritella* mit 3 Arten der sehr nahe verwandten Gattung *Gymnadenia* bildet.[1]) Da alle diese 3 Arten lange Ähren, langen Sporn und hellere Blütenfarbe als *Nigritella* besitzen, so sind alle 3 Bastarde auch durch eine verlängerte, nicht kuglige Ähre, durch hellrote Blütenfarbe und durch einen Sporn ausgezeichnet, der länger ist als bei *Nigritella* ($^1/_3$ bis ebenso lang wie der Fruchtknoten, bei *nigra* nur $^1/_4$ so lang). Ferner halten diese Bastarde auch in der Drehung der Blüte die Mitte zwischen den Eltern: bei *Nigritella* steht die Lippe meist nach oben, bei *Gymnadenia* meist nach unten (Fig. 166, c u. o), bei den Bastarden meist schief. Nach Müller ermöglicht das Vorkommen schiefer Blüten bei beiden Stammarten überhaupt erst das Zustandekommen des Bastards!

Die Mannigfaltigkeit der hellroten *Nigritellen* wird noch durch 2 Momente weiter vermehrt:

Es hat Wettstein gezeigt,[2]) daß in den östlichen Alpen, von der Ostschweiz bis Kärnten, Krain und in Siebenbürgen eine hellrote *Nigritella* vorkommt, die als Art (vielleicht besser als Unterart) von *nigra* abzutrennen ist; sie unterscheidet sich durch die walzliche Ähre, durch die Form der Lippe (siehe Fig. 166, r1—6) und die 8—14 Tage frühere Blütezeit.

Und endlich werden noch weitere hellrote Nigritellen durch Rückkreuzung der Bastarde mit einer der beiden Stammarten erzeugt.

Wir kennen also bis jetzt 7 verschiedene hellrote *Nigritellen*, die man folgendermaßen unterscheiden kann:

1. Sporn nur $^1/_4$ so lang als der Fruchtknoten (nichthybride Formen!).
   a) Ähre zur Blütezeit kurz, Lippe dreieckig, gegen die Basis rasch verjüngt und dort mäßig eingerollt. *Nigr. nigra* var. *rosea* Goiran (Fig. 165, A, Fig. 166, n1—6).
   b) Ähre von Anfang an lang, Lippe eiförmig, gegen den Grund dütenartig eingerollt. *Nigritella rubra* Wettst.[3]) (Fig. 165, B, Fig 166, r1—6), nur in der Ostschweiz (Alp Darlux bei Bergün, Albula, Davos, Avers), den Ostalpen und Siebenbürgen.
2. Sporn $^1/_3$ so lang bis ebensolang als der Fruchtknoten; Ähre verlängert (Bastarde!).
   a) Knollen fast bis zum Grund in spindelförmige Abschnitte geteilt, die basilären, häutigen Scheidenblätter spitz. Blüte sehr klein (Lippe 3,5—4 mm lang). *N. micrantha* Kerner (= *Nigr. nigra* × *Gymnad. albida* [Fig. 166, m=n×a]).

---

[1]) Vgl. Kerner, A., Die hybriden Orchideen der österreichischen Flora. Verhandlung d. zool. bot. Ges. in Wien XV 1865, S. 203.

[2]) Berichte der deutschen bot. Gesellschaft Bd. VII 1889, S. 306 bis 317, Tafel XIII. Wettstein hat hier vorgeschlagen, die Gattung *Nigritella* aufzuheben und mit *Gymnadenia* zu vereinigen; er nennt also die *Nigritella*: *Gymnadenia nigra*. Es sprechen allerdings eine Reihe von Gründen dafür; aber dann müßte man noch eine ganze Reihe anderer Orchideengattungen aufheben; wir halten es für zweckmäßiger, die Trennung beizubehalten.

[3]) Es wurden von O. Abel (Verh. d. k. k. zool. bot. Ges. in Wien 1897) mehrere Zwischenformen zwischen *N. nigra* und *rubra* beschrieben, die er als Bastarde (eine Mittelform und zwei rückgekreuzte „goneokline" Formen) deutet (*Gymnadenia Wettsteiniana* Abel). Auch *Gymn. Bornmülleri* Dalla Torre und von Sarnthein vom Rosengarten (leg. Bornmüller) wird als *nigra* × *rubra* bezeichnet.

b) Knollen handförmig gelappt und gespalten, die grundständigen, häutigen Scheidenblätter stumpf, Lippe und Sporn länger.

α) Lippe 4—5 mm lang.
Nigritella Heufleri Kerner (= *N. nigra* × *Gymnadenia odoratissima*). Sporn halb so lang als der Fruchtknoten (Fig. 165, D, Fig. 166, H = n × o) *Nigritella megastachya* Kerner (= *N. Heufleri* × *G. odoratissima*), Sporn so lang als der Fruchtknoten.

β) Lippe 6—7 mm lang.
Nigritella suaveolens Vill. (= *N. nigra* × *Gymnadenia conopea*, Fig. 165, E, Fig. 166, 5 = n × c), Sporn länger als der halbe Fruchtknoten. *Nigritella brachystachya* (= *N. suaveolens* × *N. nigra*), Sporn höchstens so lang als der halbe Fruchtknoten.

Die **kugelblütige Orchis** (*Orchis globosus*, Taschenflora Tafel 19 Fig. 3) ist von allen andern ihres Geschlechts durch die langen Zipfel an den Perigonblättern scharf unterschieden; sie leuchtet mit ihren dichtgedrängten, kugligen, hellvioletten Ähren aus dem langhalmigen Wildrasen auf kalkreichem Boden, den sie ausschließlich bewohnt, weit heraus und wird von Faltern bestäubt. Sie gehört vorzugsweise der montanen und Nadelwaldregion an (Wallis 1000 bis 2400 m, Glarus von 1000—2060 m, St. Gallen von 1200—2300 m, Bünden 2600 m (Braun), bayerische Alpen von 900—2110 m, Tirol 1500—2200 m bis 600 m herab), wird von Drude geradezu als eine Charakterart der Bergwiesen bezeichnet und geht nur wenig in die alpine Zone über. Ihre Verbreitung zeigt ein ungemein geschlossenes Gebirgsareal von den Bergen Arragoniens über Pyrenäen, Alpen, Jura, schwäbische Alp, Schwarzwald, Vogesen, Apennin, Balkangebirge bis zum Kaukasus, mit Ausstrahlungen in das Mittelgebirge (Riesengebirge, mährisches Gesenke, Erzgebirge, böhmisches Mittelgebirge) vielfach tief herabsteigend. Ihre Heimat auf den zentraleuropäischen Gebirgen ist also wohl zweifellos, mit Wurzel im Süden.

Die unscheinbar niedere, **grüne Hohlzunge** (*Coeloglossum viride*, Taschenflora Tafel 19 Fig. 4), eine Charakterpflanze der mitteldeutschen Bergwiesen von 500 m aufwärts, bewohnt die Alpen von 900—2600 m (am Brenner) auf Weiden und kurzrasigen Wiesen; sie besiedelt in weiter Verbreitung das Gebirge und die nördlichen Ebenen Europas, Asiens, Nordamerikas und geht auch in die Arktis; nach Engler ist ihre Heimat im westlichen Asien, wo sie mehrere Verwandte besitzt. Bestäubung wahrscheinlich durch einen Nachtfalter (noch nicht direkt beobachtet)! Ähnliche Gebiete und Standorte, nur vielleicht mit größerer Humusliebe, deshalb auch auf der Alpenheide bewohnt der **weiße Nachtdrüsenständel** (*Gymnadenia albida*, Taschenflora Tafel 18 Fig. 1 = *Coeloglossum alb.*, von 700—2400 m) mit sehr kleinen, weißen Blüten, die wahrscheinlich (direkte Beobachtungen noch zu machen!) ebenfalls von Nachtfaltern bestäubt wird. Sie ist nur in Europa zu Hause, eine vorwiegend montane Art, im Norden bis zur Arktis gehend.

Diese 5 genannten Orchideen sind die einzigen, die in namhafter Weise die eigentliche Alpenregion bewohnen. Die zahlreichen andern Arten, welche die Wiesen und Wälder der Koniferenregion schmücken und die alpine Region nicht oder nur wenig berühren, können wir hier nur kurz namhaft machen.

Auf sonnigen, trocknen Standorten: *Gymnadenia odoratissima* (Textfigur

165, G u. 166, o, Taschenflora Tafel 18 Fig. 2) bis 2300 m, besonders von Nachtfaltern besucht, von ähnlicher Herkunft wie *Nigritella*; auf frischen Wiesen: *Gymnadenia conopea* (Textfigur 165, F u. 166, c, Taschenflora Tafel 18 Fig. 3) bis 2400 m, mit lang fadenförmigem Sporn, ausgesprochene Falterblume; *Orchis ustulatus* (Taschenflora Tafel 18 Fig. 6), bis 1950 m; *Orchis masculus* bis zur Baumgrenze und darüber (2650 m, Heutal, Braun); auf Sumpfwiesen: *Orchis latifolius* bis 1930 m und *maculatus*, bis 2000 m.

Im Fichtenwald steigen bis in die Nähe seiner oberen Grenze, im tiefen Humus mit bleichem Wurzelstocke ohne eigentliche Wurzeln lebend, die chlorophylllosen Fäulnisbewohner *Corallorrhiza innata* (Taschenflora Tafel 19 Fig. 2) und *Epipogon aphyllum* (Taschenflora Tafel 19, Fig. 5), im Moose wurzelnd die zierliche *Listera cordata* (Taschenflora Tafel 19 Fig. 1).

§ 6. Die Schmetterlingsblütler (*Papilionaceen*).

Wir haben die Monocotyledonen der alpinen Wiesenflora in systematischer Reihenfolge und in annähernder Vollständigkeit behandelt. Unter den Dicotyledonen müssen wir eine beschränktere Auswahl treffen, der großen Zahl halber; auch ziehen wir hier eine Anordnung der Familien nach der Häufigkeit und Wichtigkeit vor.

Die echt alpinen Schmetterlingsblütler sind alle ausdauernd, mit starken, tiefgehenden Pfahlwurzeln versehen; sie besitzen bis zu den höchsten Standorten hinauf die der ganzen Familie eigenen „Wurzelknöllchen“. Das sind stecknadelkopf- bis erbsengroße Anschwellungen an den Wurzeln, durch einen Pilz hervorgebracht (Pilzgallen). Sie beherbergen im Innern einen Mikroben, der die merkwürdige Fähigkeit hat, den atmosphärischen Stickstoff als Nahrung zu benutzen, der den höheren Pflanzen unzugänglich ist. Er häuft so in den Knöllchen Eiweißvorräte an, die dann von der den Pilz beherbergenden Pflanze aufgezehrt und zum Aufbau ihres eigenen Körpers benutzt werden.

Durch diese „Symbiose“ oder Ernährungsgenossenschaft wird die Pflanze instand gesetzt, auf sehr stickstoffarmem Boden zu leben. Die meisten alpinen Schmetterlingsblütler sind kalkliebend, nur der Alpenklee (*Trifolium alpinum*) macht hiervon eine Ausnahme (bei den Schuttbewohnern sind kalkfeindlich: *Trifolium saxatile* und *pallescens*). Die meisten ertragen das Abweiden nicht und ziehen sich auf die steilen Grashänge der Mähder und Wildheuplanken zurück; nur *Trifolium alpinum* und *Thalii* sind ausgesprochene Weidepflanzen. Sie sind alle insektenblütig, mit tiefer Bergung des Honigs in der Staubgefäßröhre; ihre ganze Einrichtung läßt auf Hummeln und Bienen als Bestäuber schließen; Müller beobachtete aber eine große Zahl von Faltern bei ihnen an der Arbeit; er betrachtet sie daher als „Bienenblumen“, die in ein an Faltern überreiches Gebiet eingerückt sind. Ob die alpinen Papilionaceen bei mangelndem Insektenbesuch durch spontane Selbstbestäubung Samen produzieren, bleibt noch zu untersuchen.[1] Es wäre eine dankbare Aufgabe, dies an Stöcken im Freien

[1] Kirchner (Über die Wirkung der Selbstbestäubung bei Papilionaceen. — Naturw. Zeitschrift f. Land- u. Forstwirtschaft III. 1. 1905) hat die darüber aus der Literatur und aus zahlreichen eigenen Versuchen sich ergebenden Daten in vortrefflicher Weise zusammengestellt. Er findet, daß die meisten hapaxanthen (einmal fruchtenden) Arten selbstfertil, die meisten rediviven (ausdauernden) dagegen selbststeril sind. Über die alpinen Arten liegen gar keine Daten vor.

durch Einhüllen der jungen Blütenstände in Gazenetzchen durchzuführen. Als Verbreitungsmittel der Samen finden sich bleibende Kronen (*Trif. alpinum* und *badium*), aufgeblasene Früchte (*Phaca*) und geflügelte Hülsenglieder (*Hedysarum*). Die Samen zeigen die für die ganze Familie bezeichnende Eigenschaft des „Keimungsverzugs“.

Wirtschaftlich sind die Schmetterlingsblütler willkommene gute Futterpflanzen, mit Ausnahme des Bergspitzkiels (*Oxytropis montana*), der vom Vieh stets unberührt gelassen wird.

§§ 1. Die Kleearten (*Trifolium*).

Der **Alpenklee** (*Trifolium alpinum* L., Taschenflora Tafel 20 Fig. 1) hat unter allen unseren Kleearten die kräftigste Pfahlwurzel; sie wird bis über 1 m lang, und teilt sich oben in einen vielköpfigen Erdstock, der oft sternförmig sich ausbreitet und sich reichlich weiter verzweigt, so daß ein dichter Horst entsteht, der oft ein sehr hohes Alter erreicht. Die Blüten sind unter den einheimischen Kleeblüten die größten, schönstgefärbten und wohlriechendsten; sie sind von einem zart bläulich überhauchten feinen Purpurrot und besitzen einen starken Wohlgeruch, der oft die ganze Luft über einem Alpenkleebestand mit herrlichem Aroma erfüllt. Nicht selten findet sich die weißblühende Varietät. Die Krone bleibt nach der Blüte erhalten und figuriert als Flügel für die darin sitzende 1—2 samige Hülse.

Die Pflanze ist kalkfeindlich, meidet also die Kalkalpen und bevorzugt die zentralen Ketten. In den ausgedehnten Gneisgebieten des Tessins z. B., wo andere Schmetterlingsblütler selten sind, ist sie ein wahrer Segen für die Alpwirtschaft, oft auf der Borstgrasweide die einzige bessere Pflanze. Sie begleitet *Nardus stricta*, *Agrostis alpina* und *Carex curvula*, beginnt wenig unterhalb der Baumgrenze häufig zu werden und geht wenig in die Nivalregion (Hauptregion 1700—2500 m; tiefe Standorte: 980 m Meyental, 1300 m Cimalmotto, Tessin; Maximum 3000 m Gornergrat).

Der Alpenklee steht in unserer Flora ganz isoliert da, als einziger Vertreter der sonst asiatisch-amerikanischen Gruppe *Lupinaster*; er ist nur auf der Alpenkette, in Asturien und den Pyrenäen, Mont Dore und Karpathen zu Hause; also wohl ein Produkt der Alpen, aber mit deutlichen verwandtschaftlichen Beziehungen zu asiatischen Steppentypen.

Eine noch ausgesprochenere ganz spezifische Weidepflanze ist **Thals Klee** (*Trifolium Thalii* Villars = *caespitosum* Reyn, Taschenflora Tafel 10 Fig. 3); von einem Punkt aus legen sich die Triebe strahlig ausgebreitet auf den Boden, so daß ein ganz flacher kreisrunder Rasen entsteht, an dessen Peripherie die rötlichen Köpfchen aufstreben. Er ist einer der willkommensten Bestandteile der Milchkrautweide, etwa von

1400—2400 m, in den bayerischen Alpen von 1570—2390 m (Maximum am Gornergrat 3000 m, Minima durch Herabschwemmung längs der Alpenströme sehr tief; 450 m auf dem Linthdelta bei Weesen usw.); gegen den geol. Untergrund ist er in den Schweizer Alpen nach meinen Erfahrungen ziemlich indifferent, in den bayerischen ist er nach Sendtner eine gegen Kalk indifferente, in Graubünden und Tessin nach Steiger und Braun eine ausgesprochene Kalkpflanze. Seine Verbreitung ist eine streng zentraleuropäisch-alpine: Pyrenäen, Mont Ventoux, Jura, Apenninen; er gehört wohl zu den endemischen Produkten der Alpenkette; blütenbiologisch ist er noch nicht untersucht; die Keimfähigkeit des Samens ist eine sehr hohe (68—98 %).

Beim **Braunklee** (*Trifolium badium* Schreber, Taschenflora Tafel 20 Fig. 2) liegt der Schwerpunkt der Verbreitung in der subalpinen Region (1500—2100 m, vereinzelt bis 2800 m, am Monte Garone, Val Chiamuera, nach Braun), andererseits häufig herabgeschwemmt). Er ist eine der wenigen nicht ausdauernden Alpenpflanzen (zweijährig!), daher rührt seine Vorliebe für offene Plätze, wo die jungen Pflanzen leicht aufkommen können: Bachalluvionen, verrutschte Stellen, Moränen; so z. B. färbt er die Cambrenamoräne beim Berninahospiz 2300 m zur Blütezeit ganz gelb. Die intensiv gelben Köpfchen werden später braun; die Krone bleibt erhalten und figuriert als Flügel für die einsamige Hülse. Die Blüte dauert bei 1000 m von Mitte bis Ende Juli und noch länger, der Same wird Mitte bis Ende August reif, und keimt zu 94—95 %. Der Braunklee ist ein ausgesprochener Kalkzeiger, ein Hygrophyt und eine Rohbodenpflanze, die aber auch die Düngung nicht scheut. Ihre Gesamtvertretung ist mitteleuropäisch-alpin (Pyrenäen, Mont Dore, Alpen, Apenninen, Karpathen, mit Übergreifen auf den Kaukasus).

Außer diesen 3 ausgesprochenen Hochgebirgskleearten finden sich über der Baumgrenze noch mehrere, aus der Ebene aufsteigende Arten oft in starkem Prozentsatz. Der **Rotklee** (*Trifolium pratense* L.) geht in seiner alpinen großköpfigen Abart mit schmutzigweißen Blüten (var. *nivale* Sieber = *alpicolum* Hegetschweiler = *frigidum* Gaudin [1]) bis 2560 m (Findelen) und tritt auf sonnigen Mähdern im Kalkgebirge oft so massenhaft auf, daß man geneigt ist, seine ursprüngliche Heimat in die subalpine Region zu verlegen. Auch der weiße hochwüchsige **Bergklee** (*Trif. montanum* L.), ein Magerkeitszeiger, geht bis 2560 m, während der düngerliebende kriechende **Weißklee** (*Trif. repens* L.) mit den alpinen Fettwiesen bis 2600 m steigt (Braun).

---

[1]) Bei Kultur in der Ebene geht die Form in die normale rotblühende über; sie ist also durch den Standort hervorgerufen. Doch muß ihrer Entstehung eine primäre angeborene Differenz unter den Individuen der Normalform zugrunde liegen: sie kommt nämlich in den Alpen dicht neben der letztern vor. — Daneben findet sich auch eine reinweiße, sonst mit der roten übereinstimmende Abart, die oft im Gebirge auf weite Strecken dominiert.

§§ 2. **Die Traganthartigen** (*Astragaleen*).

Diese Gruppe der Schmetterlingsblütler, durch unpaarig gefiederte Blätter und unecht zweifächrige Hülsen ausgezeichnet, ist vorzugsweise in den vorderasiatischen Steppen und Wüsten enorm reich entwickelt; in den mitteleuropäischen Niederungen beteiligt sich diese Gesellschaft vorzugsweise an der Flora der trockenen Hänge der Hügelregion, im hohen Norden sind nur 3 Arten zu Hause (wie überhaupt unter den alpinen Papilionaceen das endemisch-alpine und das Steppenelement überwiegt).

Das Geschlecht der Spitzkiele (*Oxytropis*), das in den tiefen Lagen der Schweizerflora nur mit einer Art (*O. pilosa*) vertreten ist, weist

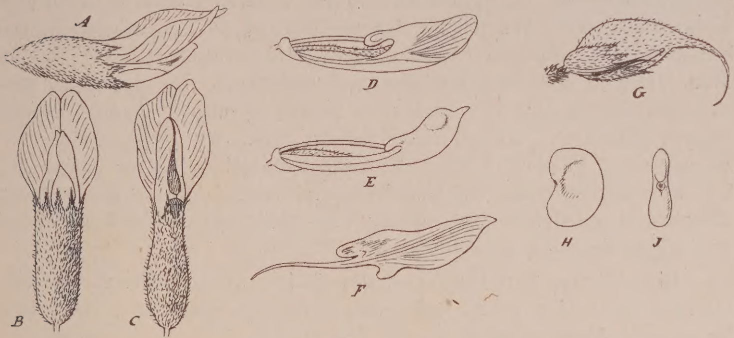


Fig. 167.

Blüten des Feld-Spitzkiels (*Oxytropis campestris* [L.] DC.).

A. Blüte von der Seite. B. Dieselbe von unten. C. Blüte der Abart *macrantha* von unten. D. Blüte nach Entfernung des Kelchs und Fahne. E. Das Schiffchen mit der Spitze. F. Der Flügel der Abart *macrantha*, mit dem zweiten, nach unten gerichteten Flügelfortsatz. G ($^1/_1$). Frucht. H ($^4/_1$). Same von der Seite. J ($^4/_1$). Same vom Samennabel aus.

(A—F in $^2/_1$ nat. Gr.; nach der Natur von C. S., aus St. u. Schr. Alpenfutterpfl.)

7 alpine Arten auf, die allerdings mehr die zentralen und südlichen Ketten besiedeln; die bayerischen Alpen und Niederösterreich haben z. B. nur *O. montana* und *campestris*. Es ist durch das dem Schiffchen aufgesetzte Spitzchen (Fig. 167, E) scharf charakterisiert. Der **Feldspitzkiel** (Taschenflora Tafel 20 Fig. 5 und Textfigur 167) steht an der Grenze der Wiesen-, Schutt- und Felsflora; er bewohnt steinige Weiden und Mähder von 1700—2600 m (selten bis zur Schneeregion, so bis 2940 m am Piz Vadret da Prünas, nach Braun, häufig herabgeschwemmt auf den Alluvionen der Flüsse) auf Kalk häufig, auf Urgebirge seltener. Sein Verbreitungstypus ist alpin-arktisch-altaisch (inkl. Pyrenäen, Karpathen und Ural), sein Ausgangspunkt wohl die Steppen Asiens.

Der **Bergspitzkiel** (*O. montana* (L.) DC., Taschenflora Tafel 20 Fig. 4), blaublühend, die einzige vom Weidetier verschmähte Papilionacee der Alpen, ist in den Alpen sehr allgemein verbreitet (1400—2500 m, Maximum 3000 m) fehlt dagegen dem Norden, ebenso *O. Halleri* Bunge, *foetida* DC. (1800—2800 m) und *neglecta* Gay (2000—3000 m), während *O. lapponica* (Wahl) Gay im Norden bis zur Arktis, aber nicht im Altai sich findet. Alle sind Weidepflanzen, nur *foetida* zieht den Schutt vor.

Die Berglinsenarten (*Phaca*) sind höherwüchsige Bestandteile der Mähder, Wildheuplanken, Pionierrasen und Humuspolster, sie meiden die Weide; *Phaca frigida* L., die **kalte Berglinse** (Taschenflora Tafel 20 Fig. 6), von allen alpinen Papilionaceen durch die breiten bleichen Nebenblätter leicht zu unterscheiden, bildet weitstreichende unterirdische Kriechtriebe, vom Wurzelhals ausgehend, und mit zahlreichen unterirdischen Reserveknospen besetzt. Sie ist typisch alpin (1800—2500 m Max. 2783 m) und eine kalkliebende Mergelpflanze. Sie gehört zu den weitverbreitesten aller Glazialpflanzen (mitteleuropäische Gebirge, Nordeuropa, Nordasien, Arktis, Nordamerika), wohl mit Ursprung in den subarktischen Steppen Asiens. Die **Alpen-Berglinse** (*Phaca alpina* L.) ist noch höherwüchsig, feinblättriger und reichblütiger, eine stattliche Bewohnerin subalpiner und alpiner Mäherasen und oft in den Schutz von Alpenerlen sich zurückziehend.

Diese beiden Berglinsen sind die einzigen europäischen Arten; die Gattung steht hier völlig isoliert als reine Gebirgsgattung, deren Ursprung auf Asien weist.

Von den alpinen Tragantharten ist nur der **Alpentraganth** (*Astragalus alpinus* L. = *Phaca astragalina* DC., Taschenflora Tafel 20 Fig. 8) eine verbreitete alpine Wiesenpflanze, kalkliebend, von Salzburg an westwärts, von arktisch-altaischer Verbreitung. *A. aristatus* L'Hér. und *depressus* L. weisen auf den Süden, *leontinus* Wulfen ist rein alpin.

§§ 3. **Der dunkle Süßklee** (*Hedysarum obscurum* L.).

Diese Pflanze steht in unserer Flora noch isolierter da als die vorigen; sie ist die einzige alpine Spezies aus ihrer Gattung; von den 15 übrigen Arten Europas sind 6 mediterran, 8 auf den Steppen Südrußlands und 1 im arktischen Rußland zu Hause. Die flachgedrückten Gliederhülsen mit den flugfähigen einsamigen Bruchstücken (Taschenflora Tafel 20 Fig. 7 und Textfigur Fig. 168) sind sehr bezeichnend. Die Pflanze hat wie die Berglinse eine enorme unterirdische Entwicklung (Fig. 169); die Pfahlwurzel wird über 1 m lang; vom Wurzelhals gehen zahlreiche unterirdische Kriechtriebe aus, welche bis 60 cm lang werden können; in den Westalpen ist eine gelblich blühende Abart sehr verbreitet. Die üppige Traube aus hängenden, dunkelpurpurnen Blüten

leuchtet weithin (Fig. 169); die Blüte ist eine honighaltende Bienenblume mit einfacher „Klappvorrichtung“.

Der Süßklee ist keine Weidepflanze, sondern liebt den langhalmigen Rasen der Horstseggenhalde und des Blaugrasbestandes, geht etwa auch in das Alpenerlengebüsch und steigt auf humusbedeckte Gräte; er liebt Mergelboden, zieht also kalkreiche Unterlage vor, fehlt aber auf reinem Kalk und Dolomit. Er ist eine der trefflichsten Heupflanzen der Alpen. Seine Hauptregion liegt oberhalb der Baumgrenze (1800—2500 m, Maximum 2880 m; bayerische Alpen 1390—2550 m).

Sein allgemeiner Verbreitungstypus ist alpin-arktisch-altaisch; im Ural, Kaukasus und Sibirien ist er eine verbreitete subarktische Steppenpflanze; sein Ausgangspunkt werden wohl die asiatischen Steppen sein.

Fig. 168.

Die Frucht d. dunkeln Süßklees. *Hedysarum obscurum* L. (1/1).

Aus der Ebene steigen noch eine große Zahl von Papilionaceen über die Baumgrenze und spielen dort oft eine ganz dominierende Rolle. So vor allem der **Wundklee** (*Anthyllis vulneraria* L.), eine zweijährige, tiefwurzelnde, ausläuferlose, xerophile Rohbodenpflanze mit dicklichen Blättern und kugligen Blütenköpfen; die Blüten sind in einen weißhaarig aufgeblasenen, als Verbreitungsmittel dienenden Kelch eingeschlossene honiglose Pollenblumen mit „Nudelpumpe“, die in der Ebene besonders von Hummeln, in den Alpen auch von Faltern bestäubt werden.[1]) Die samenbeständige Blütenfarbe ist bei den 6 Formen verschieden:[2]) orangegelb (ohne irgend eine Beimengung von Rot) bei der kalkliebenden Form der Ebene (*vulgaris*) und der Alpen (*alpestris*), weißlichgelb, häufig mit roter Kielspitze, bei den Urgebirgsformen, besonders der transalpinen Ebene (*typica*) und in den Alpen (*affinis*) und ganz rot (d. h. nur die aus dem Kelch herausragenden Blütenteile) bei der südalpinen Ebenenform (*rubriflora*) und der hochalpinen *Dillenii*.

Der Wundklee gehört zu den verbreitetsten Wiesenpflanzen des Alpengebiets; er liebt trockene sonnige Lagen, und scheut auch den Rohboden der Schutthalden, Bachalluvionen, Gletscherböden, Moränen und Felsen nicht; er ist so ein wichtiger Pionier der Vegetation, der durch die mächtigen Wurzelreste, die er im Boden hinterläßt, sehr zur Verbesserung desselben beiträgt (Stickstoffsammler!). Da seine Samen im Handel zu haben sind, ist er für

---

[1]) Die Möglichkeit des Fruchtansatzes ohne Insektenbesuch wird von Müller bestritten. Kirchner fand aber einzelne durch Gaze isolierte Blütenstände fertil.

[2]) Vergl. die Bearbeitung derselben durch den Verfasser in: Stebler und Schröter, Best. Futterpfl. II 2. Aufl. 1895, S. 51—55.

künstliche Berasung nackter Stellen im Gebirge von großer Bedeutung. Besonders häufig findet er sich auf magern Bergwiesen und Wildheuplanken; auf Schiefer und Kalk sind oft weite Strecken von der montanen bis weit in die alpine Region gelb gefärbt; besonders die Blaugras- und Horstseggenhalden schmückt er, fehlt aber auch der Milchkrautweide und dem Borstgrasbestand nicht. Er geht von der Ebene bis 3000 m und ist in seiner Allgemeinverbreitung als eurasisch-nordafrikanischer Ubiquist zu bezeichnen.

Fig. 169.

Ein fruchtendes Individuum des dunkeln Süßklees.
(*Hedysarum obscurum* L.)

(Originalphot. eines Exemplars von der Fürstenalp bei Chur.)
(Stark verkleinert!)

Der **Schotenklee** (*Lotus corniculatus* L.) verhält sich ganz ähnlich. Er ist eine tiefwurzlige (bis 1 m tief!), lang ausdauernde, höchst genügsame und indifferente Allerwiesenpflanze, von der Ebene bis 2600 m steigend; die nektarführenden gelben Blüten sind mit einer „Nudelpumpe“ versehen und selbststeril (nach Versuchen von Darwin und Kirchner); sie sind vor dem Aufblühen oft, besonders in den Alpen, intensiv rot gefärbt, nach dem Abblühen oft orangerot. Die Pflanze ist ein eurasiatisch-nordafrikanischer Ubiquist.

Und endlich ist noch der ausdauernde, xerophile, kalkliebende **Hufeisenklee** zu nennen (*Hippocrepis comosa* L.), der aus der Ebene bis 2800 m geht. Auch die Stammform der kultivierten **Esparsette** (*Onobrychis montana* DC.), die mit dem intensiven Rot ihrer prächtigen Blüte oft ganze Kalkhänge färbt, überschreitet die Baumgrenze (2500 m, Wallis).

§ 7. **Körbchenblütler** (*Compositen*).

Diese artenreichste und weitest differenzierte Familie der Blütenpflanzen beteiligt sich mit einer großen Zahl verbreiteter und physiognomisch wichtiger Typen an den Wiesenbestand der alpinen Region.

Sie sind sämtlich ausdauernd und meist Rosettenpflanzen ohne unterirdisches Wandervermögen und mit reicher Samenproduktion. Ihre zahlreichen kleinen Blüten sind in „Körbchen" vereinigt, die von einem schützenden, bei ungünstiger Witterung sich schließenden Hüllkelch umgeben sind. Die Augenfälligkeit der Körbchen wird oft durch strahlende Randblüten erhöht. Die Einzelblüten enthalten reichlich Honig, in den feinen Blütenröhren wohlgeborgen, aber auch kurzrüßligen Insekten leicht zugänglich (Blütenbiologischer Typus der „Blumengesellschaft").

Die zwittrige Einzelblüte ist stets protandrisch (siehe weiter unten im 5. Abschnitt die Figur von *Aster alpinus* und *Senecio Doronicum*); im ersten Stadium bietet der Griffel auf seinen „Fegehaaren" den aus der Staubbeutelröhre herausgefegten Blütenstaub den Insekten dar, im zweiten Stadium öffnet er seine Griffeläste und die jetzt reifen, bestäubungsfähigen Narben. Nachbarbestäubung und Fremdbestäubung ist also gesichert, doch kann in den meisten Fällen zuletzt noch Selbstbestäubung eintreten.

Neuerdings ist durch Raunkiaer, Ostenfeld und Juel bei *Taraxacum* und *Hieracium* die Möglichkeit der Parthenogenesis, d. h. der Erzeugung von Samen ohne Befruchtung experimentell nachgewiesen worden, die schon vorher bei *Antennaria alpina* bekannt war. Sie haben gezeigt, daß bei manchen Arten keimfähige Samen erzeugt werden, auch wenn man im Knospenzustand (wo also noch sicher keine Bestäubung stattgefunden hat!) die Griffel und Staubgefäße durch queres Abrasieren eines Köpfchens völlig weggeschnitten hat!

Als Verbreitungsmittel figuriert bei fast sämtlichen Kompositen der Alpenregion der „Pappus", eine dem Kelch entsprechende Haarkrone. Nur die *Chrysanthemum*, *Achillea*- und *Artemisia*-Arten haben keinen Pappus, dafür aber kleine und etwas geflügelte Früchte.

§§ 1. **Die Zungenblütler** (*Cichorieen*).

Alle Blüten eines Köpfchens besitzen hier eine zungenförmige Krone Fig. 170, 5); die Vegetationsorgane sind von Milchsaftschläuchen durchzogen.

§§§ 1. **Die Milchkräuter** (*Leontodon*).

Die Milchkräuter der alpinen Wiesenbestände haben eine grundständige Laubrosette, einen blattlosen, höchstens mit Schuppen besetzten Schaft, nickende Blütenknospen und einen bräunlichen, federhaarigen Pappus.[1]) Sie werden alle reichlich von Insekten besucht; Müller beobachtete in den Alpen 6 Käferarten, 21 Fliegen, 29 Hautflügler und 43 Falter an denselben. Immerhin ist spontane Selbstbestäubung doch möglich.

Das **rauhe Milchkraut** (*Leontodon hispidus* L.), das häufigste von allen, ist zwar eine Wiesenpflanze allgemeinster Verbreitung, von den fettesten Wiesen der Ebene bis hinauf zu den wilden Grasbändern der Nivalregion, aber es gibt im Verein mit seinen Verwandten gerade auf der Alpweide so

---

[1]) Vergl. die ausführliche Darstellung des Verfassers in Stebler u. Schröter, Alpenfutterpfl. S. 144—154.

häufig den Ton an, daß wir es hier voranstellen müssen. Es findet sich auf allen Bodenarten, auf Weiden, Mähdern und Wildheuplanken, und bildet einen gerngesehenen, wenn auch wenig ertragreichen Bestandteil des Weide- und Mähefutters; auf der Weide findet man jede der kleinen Rosetten mit ab-

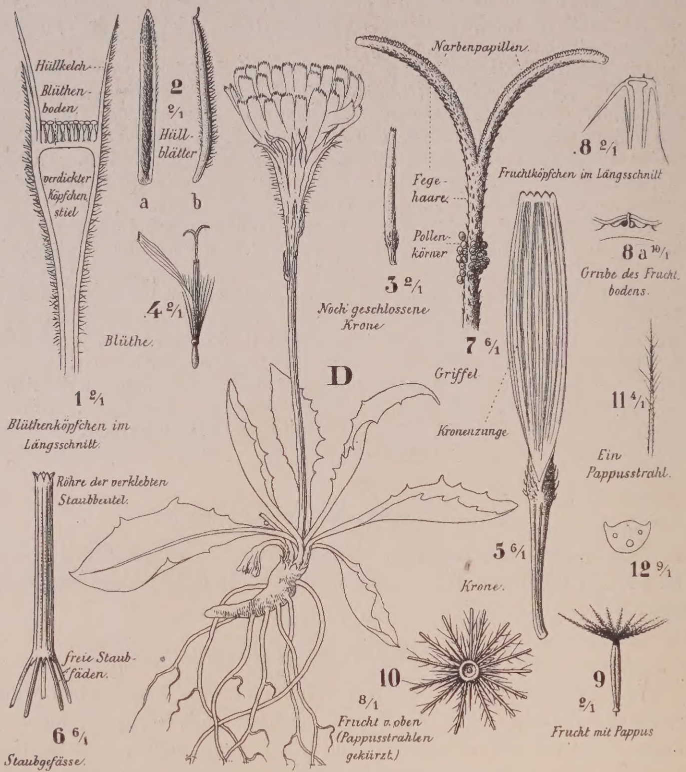


Fig. 170.

Das Pyrenäen-Milchkraut (*Leontodon pyrenaicus* Gouan).

D. Ganze Pflanze in nat. Gr. (sie wird aber bis 40 cm hoch, mit Blättern von 16 cm Länge!). Fig. 1—11Erklärung auf der Tafel. Fig. 12 Querschnitt durch den Blattstiel (kaum geflügelt!). (Nach der Natur; D von L. S., 1—12 von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

gebissenen Blättern; es erscheint ganz erstaunlich, wie das Vieh mit seiner groben Zunge imstande ist, diese kleinen, den Boden angedrückten Zungen zu packen. Das Vieh läßt die zäheren Blütenschäfte meist stehen; Mitte August reifen (bei 1800 m) die Früchte und die Weiden sind dann oft überdeckt von den bräunlichen Kugelperrücken der Fruchtköpfchen. Die Samen

keimen gut und rasch und die jungen Pflanzen blühen und fruchten schon im zweiten Jahr. Die äußerst vielgestaltige Pflanze ist ein weit verbreiteter eurasiatischer Ubiquist.

Das **Herbst-Milchkraut** (*Leontodon autumnalis* L.) hat ganz ähnliche Natur, nur zieht es kalkarmes Gestein vor.

Das **Pyrenäen-Milchkraut** dagegen (*Leontodon pyrenaicus* Gouan, (Fig. 170) ist eine ausgesprochene Hochgebirgspflanze von „stenotoperem" Verhalten [1]) als die beiden andern; es bewohnt die Regionen von 1500 bis 3000 m, mit Schwergewicht in der alpinen und nivalen Region; in Bayern geht es von 1720—2350 m, in den Vogesen von 1000—1400 m, im Schwarzwald dagegen ist es auf allen Voralpenwiesen gemein von 700 bis 1800 m, am Comersee steigt es bis in die Kastanienregion hinab (ca. 250 m, bei Tremezzo). Es zieht humusreichen Boden vor und besiedelt ebenso häufig den Krummseggenrasen, die Humuspolster, die Nardusweide (mit *Arnica* und *Antennaria*) als die Milchkrautweide, auf der es die trockenen, flachgründigen, humusreichen Stellen aufsucht. Seine Allgemeinverbreitung zeigt neben dem alpinen System, mit Karpathen, Pyrenäen, Auvergne und Apennin ein schwaches boreal-arktisches Gebiet: also arktisch-alpiner Typus, aber mit Zentrum in den Alpen.

§§§ 2. Die Pippau-Arten (*Crepis*)

der Wiesen der Alpen haben einen schneeweißen, einfach-haarigen und biegsamen Pappus.

Der **Goldpippau** oder die **Rinderblume** (*Crepis aurea* Cass., Taschenflora Tafel 14 Fig. 10 und Textfigur 171) ist eine der verbreitesten und bezeichnendsten subalpinen und alpinen Weidepflanzen der Alpenkette (1300—2400 m, Maximum 2758 m; bayerische Alpen 1400—2260 m, oft auch tiefer!). Mit ihren leuchtend orangegelben Blütenköpfchen schmückt sie als Zeichen guten Bodens besonders die Milchkrautweide, ebenso die Mähder und Wildheuplanken, wie die gedüngte Wiese. Die orangefarbenen Blüten werden, wie andere ähnlich gefärbte Alpenblüten, mit Vorliebe von ebenso gefärbten Faltern besucht. Sie ist ein endemisches Produkt der Alpen und kommt außerdem nur noch in den Pyrenäen, Apenninen und Siebenbürgen, dem illyrischen Hochgebirge und Serbien vor.

Der hohe verzweigte **großköpfige Pippau** (*Crepis conyzifolia* [Gouan] Dalla Tour = *grandiflora* Tausch, Fig. 172, A) ist ein ausschließlicher Bewohner der Mähder und des Wildheurasens, vorzugsweise der subalpinen Region, von 1200

---

[1]) Als „stenotop" kann man mit Solms-Laubach (Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie, 1905) Arten mit eng begrenzten Standortsansprüchen, als „eurytop" solche mit großer Anpassungsfähigkeit an verschiedene Standorte bezeichnen.

bis 2050 m in Wallis, von 910—1950 m in Bayern, von mitteleuropäisch-alpinem Verbreitungstypus (Pyrenäen bis Balkan und Kaukasus, auch Karpathen und Mittelgebirge, kalkarmes Gestein vorziehend). Kerner beobachtete, daß die sich

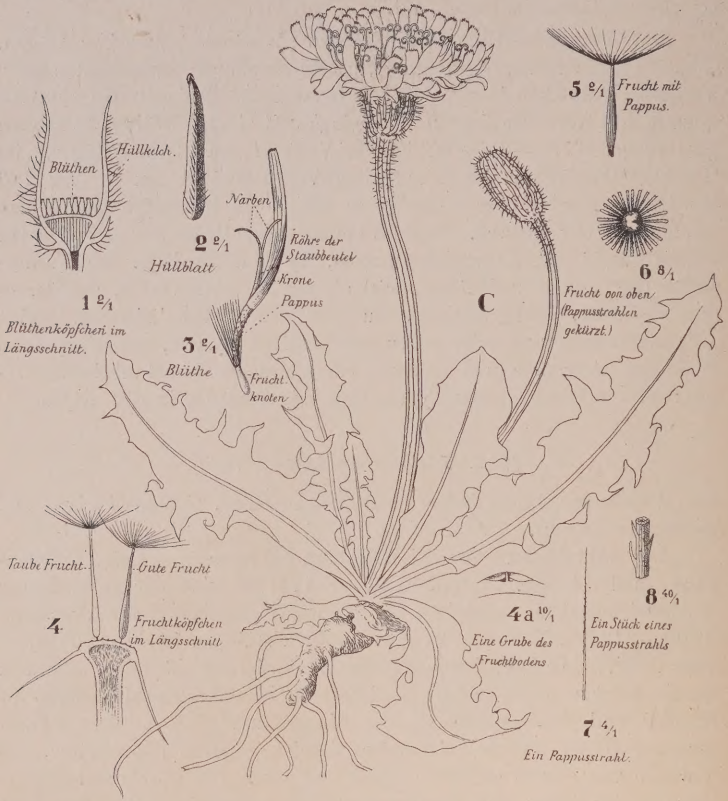


Fig. 171.

Der Goldpippau (*Crepis aurea* L.).

C. Ganze Pflanze in nat. Gr. (selten bis 30 cm hoch, und noch seltener mit verzweigtem Schaft). 1—8 Erklärung siehe Abbildung.

(Nach der Natur; C von L. S., 1—8 von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

nachts schließenden Blütenköpfe dieser Art kleinen Käfern und Bienen als warmer Unterschlupf dienen; diese Insekten, am Tage ausschwärmend und neue Blütenköpfe aufsuchend, können dabei bestäubend wirken.

Der **Bergpippau** (*Crepis montana* Tausch, Fig. 172, B), dessen dicker Blütenkopf einem keuligen Schaft aufsitzt, verhält sich ganz ähnlich, bevorzugt aber

kalkreiches Gestein und ist noch enger an das Alpensystem gebunden (außerdem nur noch Jura, Karpathen und Balkan; in Wallis von 1400—2200 m, Waadt 1400—2000 m, Bayern 1350—1980 m, nirgends häufig!).

Der **Alpenpippau** (*Crepis alpestris* Tausch, Fig. 172, C) ist eine ausgesprochen montane und subalpine Kalkpflanze der Magerwiesen der Alpen und des Jura, ferner in den Karpathen, Siebenbürgen und dem Balkan zu Hause, mit Schwerpunkt im Osten, den Westalpen fehlend, nur bis St. Gallen, Urschweiz und Mittelbünden reichend; dort bis 2000 m steigend. Gradmann (Pflanzenleben d. schwäb. Alp) rechnet die Pflanze zu seiner „pontischen Steppenheidegenossenschaft". Der schabenkrautblättrige Pippau (*Crepis blattarioides* Villars, 900 bis 1600 m, Maximum 2000) bewohnt besonders die gedüngten Mähewiesen der montanen und subalpinen Region und berührt die alpine Region kaum.

§§§ 3. Die Habichtskräuter (*Hieracium*).

Die Gattung *Hieracium* ist die artenreichste und vielgestaltigste unter den alpinen Blütenpflanzen,[1]) und zwar liegt bei der ganzen Gattung in Europa das Schwergewicht ihrer Entwicklung in den Alpen, wo stellenweise förmliche Entwicklungszentren sich finden, z. B. in Avers.[2]) Sie zerfällt in zwei Gruppen, die *Piloselloiden* mit Verjüngung durch Ausläufer oder Blattrosetten und kleinen Früchten und die echten *Hieracien* (*Archhieracium*), mit Verjüngung durch überwinternde Blattrosetten oder durch Knospen (also ohne oberirdisches Wandervermögen), und mit großen Früchten.

Die Fähigkeit vieler Hieracien, ohne Bestäubung keimfähige Früchte hervorzubringen, ist schon oben erwähnt. C. H. Ostenfeld hat neuerdings gezeigt,[3]) daß in der Gattung *Hieracium* „apogame" und „nicht-apogame" Spezies vorkommen, ja daß sogar dieselbe Spezies (*H. excellens*) ohne Pollen fruktifizieren und anderseits mit den Pollen anderer Arten bestäubt, Bastarde hervorbringen kann. Die cytologischen Untersuchungen Rosenbergs haben gezeigt, daß im Verhalten des Zellkerns alle Abstufungen vorkommen: parthenogenetische Eizellen mit reduzierter Chromosomenzahl, apospore und apogame Embryosäcke mit unreduzierter Chromosomenzahl.

Wir können hier unter den zahlreichen, die Alpenwiesen bewohnenden Formen nur die allerwichtigsten hervorheben.

---

[1]) Vergl. Nägeli u. Peter, Die Hieracien Mitteleuropas, Bd. I Piloselloiden, Bd. II Archhieracien (unvollständig geblieben!). Eine treffliche analytische Beschreibung der schweizerischen Formen lieferte Zahn (Karlsruhe) für die Flora von Schinz u. Keller, II. Teil, S. 231—349; diejenigen von Deutschland, Österreich und der Schweiz sind von demselben Forscher behandelt in Kochs Synopsis der Deutschen und Schweizer Flora, III. Aufl. 1901, S. 1697—1931.

[2]) Vergl. Peter im Jahrb. d. schweiz. Alpenklubs XXII 1900, S. 353.

[3]) C. H. Ostenfeld and O. Rosenberg, Experimental and Cytological Studies in the *Hieracia*. — 1. Castration and Hybridisation Experiments with some Species of *Hieracia* by C. H. Ostenfeld. — Botanisk Tidsskrift 27. Bd., Kopenhagen 1906.

Das typischst-alpine weidebewohnende *Hieracium* ist das **Alpenhabichtskraut** (*H. alpinum* L.), mit Hauptverbreitung von 2000—3000 m (Bayern 1660—2220), humusliebend, Nardusweide, Krummseggenrasen und Humuspolster besiedelnd; es ist in der ganzen Alpenkette, den Karpathen, den mitteldeutschen Gebirgen (Vogesen, Sudeten, Harz,

Fig. 172.

A. Der dürrwurzblättrige Pippau (*Crepis conyzifolia* [Gouan] Dalla Torre=*grandiflora* Tausch).
B. Der Berg-Pippau (*Crepis montana* [Jacquin] Tausch).
C. Der Alpen-Pippau (*Crepis alpestris* [Jacquin] Tausch).
D. Das einköpfige Ferkelkraut (*Hypochoeris uniflora* Villars).

(Orig.-Phot. nach Herbarmaterial; nat. Gr.)

Riesengebirge), Ural, Altai und Arktis verstreut, also eine verbreitete alte arktisch-alpine „Glazialpflanze". Ähnliche Standortsansprüche zeigt *H. glaciale* Reyn (1950—2600 m), das aber in den Alpen endemisch ist, wie auch *glanduliferum* Hoppe (1900—3000 m).

Durch große weißgelbe Blütenköpfe mit rotgestreiften Zungen, hohen Schaft und unterseits weißfilzige Blätter ist das **Hoppesche Habichtskraut** ausgezeichnet (*Hieracium Hoppeanum* Schult.) im Gegensatz zur

vorigen eine ausgesprochene Mäherasenpflanze des *Seslerietums* und *Semperviretums* der zentralen und östlichen Alpen, westlich bis zur Furka, bis 2600 m; in den Westalpen durch *H. Peleterianum* Mérat ersetzt. Mit wunderbar leuchtenden Blüten prangt das **orangerote Habichtskraut**, *H. aurantiacum* L. (Taschenflora Tafel 12 Fig. 7) auf Mähdern und Wildheuplanken, bis 2600 m. In einen zottig-langhaarigen Filz hüllt sich das trockenheitsliebende **behaarte Habichtskraut** (*H. villosun* L. Taschenflora, Tafel 12, Fig. 7), das steinige Stellen der Mähder, des Seslerietums und Semperviretums, aber vorzugsweise auf Kalk bewohnt, von 1200 bis 2700 m. Durch eigenartiges Weißlichgelb des großen Blütenköpfchens, durch eine reiche Drüsenbildung, welche die ganze Pflanze klebrig macht, zeichnet sich das **weißliche Habichtskraut** aus (*H. albidum* Vill. = *intybaceum* Wulfen), eine ausgesprochen kalkfeindliche Bewohnerin steiniger Weiden und Rasenhänge des Urgebirges, die vielfach auf Schutt und Fels übergeht. Alle die genannten Arten fehlen im Norden, nur *aurantiacum* nicht.

Endlich steigen aus der Ebene zwei weitverbreitete Ubiquisten auf der Weide bis über 2700 m: das **Öhrchen-Habichtskraut** und das **behaarte** H. (*H. auricula* Lam. und *pilosella* L.), letzteres ein ausgesprochener Trockenheitszeiger, der auch die Mäherasen nicht scheut. Ersteres ist die einzige bis jetzt bekannte Spezies des Piloselloiden, welche ihre Früchte normal durch Bestäubung (nicht parthenogenetisch) erzeugt.

§§§ 4. Übrige Zungenblütler.

Eine der üppigsten gelbleuchtenden Kompositen der Mähder- und Wildheuplanken auf allen Unterlagen ist das **einköpfige Ferkelkraut** (*Hypochoeris uniflora* Villars = *helvetica* Jacquin, Fig. 172, D); einer Rosette breiter aufrechter Blätter entspringt ein kräftiger, keulenförmig angeschwollener Schaft, der allmählich in eine einzige große Blütensonne übergeht (bis 2900 m Bünden, 1690—2080 m Bayern, 1000—2240 m Glarus). Eine ständige Begleiterin des Gemeinseggenrasens der alpinen Flachmoore in den Zentral- und Ostalpen (fehlt aber im Wallis), ist der **Kronenlattich** (*Willemetia stipitata* [Jacqu.] Cass.), mit bläulichgrünen Rosettenblättern, schwarzhaarig drüsigem Stengel und eigenartiger Gestaltung des Pappus, von 1370—2140 m (Glarus).

§§ 2. Die Röhren- und Strahlblütler.

Sie haben entweder lauter Röhrenblüten, oder die peripherischen Blüten sind zungenförmig und bilden einen Strahl.

§§§ 1. Die Ruhrkrautartigen (*Gnaphalieen*).

Das Edelweiß[1]) (*Leontopodium alpinum* Cassini).

Wie ein Fremdling leuchtet uns aus dem üppigen grünen Gras eines Horstseggenbestandes an klippiger Halde der schneeweiße Stern auf schimmerndem Stengel entgegen, die vielbegehrte Blume, die mehr Opfer schon gefordert hat als die todesdrohenden Riesen der Bergeswelt. Was ist es, das sie so begehrenswert macht? Wohl gerade der Reiz des Fremdartigen, gepaart mit dem gefährlichen Standort und der eigenartigen Schönheit der großen Scheinblume. Denn eine Scheinblume ist der Stern des Edelweißes: im Zentrum sitzen die 5—6 unscheinbaren gelbgrünen Köpfchen, jedes aus Hunderten von winzigen Blütchen, den eigentlichen echten Blüten zusammengesetzt; und die weißwolligen blütenblattähnlichen Zacken des Sterns, sie sind nichts anderes als filzige Laubblätter, die sich an die Blüten drängen, um sie den honigdurstigen Insekten zu signalisieren. „Extrafloralen Schauapparat“ nennt der Botaniker solche nicht zur Blüte selbst gehörigen Aushängeschilder.[2])

Der Filz besteht aus vielfach durcheinander gewirkten krausen Haaren; daher der blendende Schimmer, der sich aus den Tausenden kleinen Lichtreflexen an den Luftbläschen der Haarzellen zusammensetzt. Der Luftgehalt ist hier dreifach zweckmäßig: einmal beruht auf ihm die verdunstungshemmende Wirkung des Filzes; wären die Haare mit Zellsaft gefüllt, so würden sie eine Vergrößerung der verdunstenden Oberflächen bedeuten, so aber verdunsten sie selbst nicht, bilden vielmehr über den Austrittsporen des Wassers, den Spaltöffnungen, die am Boden des Haarwaldes liegen, eine hemmende windgeschützte, in tausend Zwischenräumen gefangene Luftschicht. Und die Reflexwirkung dieses weißen Überzugs setzt gleichzeitig die Erwärmung des Blattes herab und bedingt die wirksame Lockfarbe für die befruchtenden Insekten, die freilich, nach den Beobachtungen von Müller in den Alpen, von Mac Leod in den Pyrenäen, die Pflanze nur spärlich zu besuchen scheinen.

Die kleinen Einzelblüten zeigen sehr verschiedenen Bau[3]) (Fig. 173). Wir haben viererlei Hauptformen:

---

[1]) Der Name „Edelweiß“ kommt schon 1784 in Salzburg vor (vergl. Stapf, zool. bot. Ges. Wien Bd. XXVIII). Der älteste Name ist „Wullbluemen“; so nennt sie Aretius 1554 und Simler 1574. Nach Kerner führt die Pflanze bei Werfen und Berchtesgaden den prosaischen Namen „Bauchwehblume“.

[2]) Beim sibirischen Edelweiß ist diese Zusammendrängung der obern Blätter zu einem Stern viel weniger auffallend.

[3]) Vergl. Margaretha v. Uexküll-Gyllenband, Phylogenie der Blütenformen und der Geschlechterverteilung bei den Compositen. — Bibliotheca botanica, Heft 52. Stuttgart 1901.

1. Zwitterblüten (Fig. 173, a u. b), Griffel mit Honigdrüse am Grunde, mit Fegehaaren und zweiteiligen Narben.

2. Weibliche Blüten mit rudimentärer Krone (Fig. 173, c); die Staubgefäße fehlen, deshalb fehlen auch die zum Herausbürsten des Blütenstaubes bestimmten Fegehaare am Griffel, der aber die zweiteilige Narbe besitzt. Die Honigdrüse fehlt.

3. Männliche Blüte: es fehlt die Samenanlage, und infolgedessen die Narbe; der Griffel spaltet sich nicht; dagegen sind die Fegehaare vorhanden, weil es ja Pollen zu fegen gibt (Fig. 173, e).

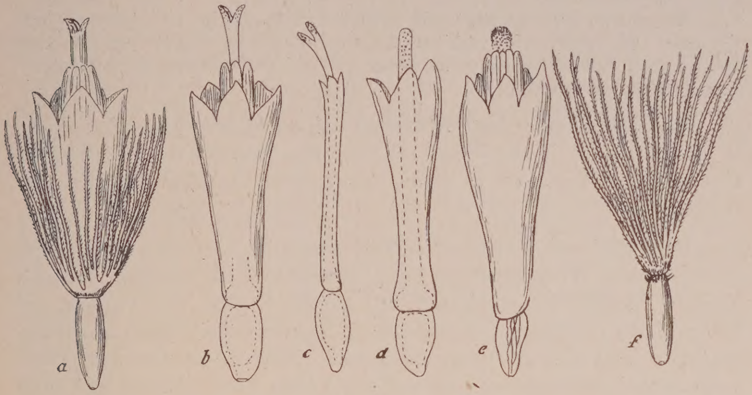


Fig. 173.

Die Blütenformen und die Frucht des Edelweiß (*Leontopodium alpinum* Cassini).

a. Zwitterblüte mit Pappus. b. Zwitterblüte nach Entfernung des Pappus. c. Weibliche Blüte. d. Honigblüte. e. Männliche Blüte. f. Frucht.

(b—e nach Marg. v. Uexküll-Gyllenband, a u. f nach Natur von C. S.)

4. Geschlechtslose Honigblüten (Fig. 173, d), Antheren verkümmert, Griffel ungeteilt, ohne Narbe und ohne Fegehaare; Honigdrüse sehr stark entwickelt.

Diese 4 Blütenformen sind nun in den Köpfchen in der mannigfachsten Weise gemischt. Frl. v. Uexküll fand sechserlei verschiedene Verteilungsformen.

1. Zwittrige und weibliche Blüten (Gynomonoecie).
2. Zwittrige und männliche Blüten (Andromonoecie).
3. Männliche und weibliche Blüten (Monoecie).[1]
4. Nur weibliche oder nur männliche Blüten (Dioecie).[2]
5. Im weiblichen Köpfchen auch Honigblüten (Agamogynoecisches Köpfchen).

---

[1]) Dabei kommt es vor, daß von einem Geschlecht nur noch ganz wenige Blüten übrig sind (Subdioecie).

[2]) Dabei kann die reine Weiblichkeit und Männlichkeit direkt (primär) oder über ein monoecisches Stadium erreicht werden (sekundär).

Dabei zeigten sämtliche Köpfchen desselben Exemplars stets die gleiche Geschlechterverteilung.[1])

Die Geschlechterverteilung scheint mit der geographischen Verbreitung im Zusammenhang zu stehen. Frl. v. Uexküll fand bei Untersuchung von Hunderten von Exemplaren aus 98 verschiedenen Gegenden folgendes:

Sämtliche Hochgebirgsexemplare Europas (Alpen, Jura, Karpathen, Abruzzen) sind rein monoecisch.

Alle in der Ebene Europas kultivierten und die in der Ebene (Altaisteppe) und dem Gebirge Asiens wachsenden Exemplare zeigen alle übrigen Modi der Geschlechterverteilung.[2])

Wie das zu erklären ist, bleibt vollkommen rätselhaft. Es zeigt aber diese Tatsache aufs neue, wie variabel die Geschlechtsverhältnisse bei derselben Spezies sind, und wie nötig es ist, jedes größere Verbreitungsgebiet derselben gesondert zu untersuchen.

Die Fruktifikation des Edelweißes ist eine reichliche (siehe Fig. 173, f); es läßt sich auch in der Ebene sehr gut aus Samen ziehen, degeneriert aber in dem Sinne, daß es grüner wird, durch Auseinanderrücken des Filzes.

Das Edelweiß meidet die Weide und ist eine Bewohnerin der Mähder, der Wildheuplanken und Grasbänder an steilen, felsigen, sonnigen Halden der subalpinen und alpinen Region, mit Vorliebe auf kalkhaltigem Gestein; es schmückt die blumenreichen Rasen der Blaugrashalde und des Horstseggenbestandes (*Sesleria coerulea* und *Carex sempervirens*) und geht von da auf den Felsen über. Ebene und sanft geneigte Lagen meidet es durchaus nicht; es wird oder besser wurde mit dem duftenden Heu der Mähder in Avers, am Albula und anderwärts eingebracht; dank der eifrigen Nachstellungen durch die Touristen ist es aber an solch bequemen Orten meist verschwunden. Seine Hauptregion liegt in den schweizerischen Alpen zwischen 1800 m bis 2800 m, in Bayern zwischen 1720—2270 m. Es steigt aber häufig tiefer hinab; an den Tosafällen bis 1650 m, am Klimsenhorn auf dem Pilatus bis 1700 m, ja selbst bis 700 m bei Tierfehd, Kt. Glarus (herabgeschwemmt!) bis Gondo 860 m. In den Pyrenäen findet es sich schon in der untersten Bergregion; in Niederösterreich steigt es bei Mürzsteg bis auf die Talsohle herab (beim Wasserfall „totes Weib“ bis zu 850 m); im Bihariagebirge tritt es am Rande des Kalkplateaus in der Buchenregion auf und fehlt den höheren Kuppen durchaus. — Anderseits steigt es in Wallis bis in die Nivalregion 3400 m, in Graubünden bis 2924 m (am Piz Padella).

---

[1]) Vergl. die ganz abweichenden Resultate Kerners (Pflanzenleben Bd. II S. 271).

[2]) Vergl. auch Franchet, Observations sur le groupe des *Leontopodium*. — Bullet. d. l. soc. bot. de France XXXII, 1892.

Seine Allgemeinverbreitung ist eine sehr weite: Aragonien, Pyrenäen, Jura (la Dôle), ganzer Alpenzug, Karpathen (allgemein verbreitet), stellenweise tief in die Buchenregion herabsteigend, 660—900 m!), Abruzzen, Balkangebirge (am Triglav in Bosnien mit Kalkfelsblöcken bis 1300 m herabgestürzt!). Von dort klafft eine weite Lücke von 50 Längengraden: Ural und Kaukasus haben die Pflanze nicht, sie tritt erst wieder in Turkestan und im Alatau auf, ferner in Afghanistan (in der Gesträuchformation oberhalb der Waldgrenze mit *Acantholimon*, *Astragalus*, *Artemisia*, also Steppentypen, bei 3000—4200 m), auf dem Himalaya (von 3000—5400 m), Tibet, China und Japan. Sie ist in Asien, wie Franchet zeigte, in ihrer Geschlechterverteilung weit vielgestaltiger als in den Alpen. Am Altai ist sie in den niedern Regionen eine verbreitete, über fußhohe Steppenpflanze und in Südchina unter 23° n. B. erreicht eine vom Edelweiß wenig verschiedene Art bei nur 2000 m die Südgrenze der Gattung „ein nordischer Typus inmitten subtropischer Hitze“. „So ist also unsere Alpenpflanze par excellence nicht nur geographisch, sondern mit viel Wahrscheinlichkeit auch genetisch als eine mittel- und ostasiatische Wiesen- und Steppenpflanze zu bezeichnen“ (M. Jerosch).

Ein ausgesprochener Magerkeits-, Trockenheits- und Humuszeiger ist das weitverbreitete **Katzenpfötchen**[1]) (*Antennaria dioeca* Gärtner, Taschenflora Tafel 12 Fig. 6), eine ausdauernde, oberirdisch wandernde weißfilzige Staude mit zweihäusigen[2]) Blüten und trockenhäutig raschelnden weißlichen Hüllkelchen. Sie begleitet in der alpinen Region besonders die Borstgrasweide, den Krummseggenrasen und die Ericaceenheide, und besiedelt nackte humusreiche Stellen auf Wiesen, Gräten und im Legföhrengürtel; in tiefen Regionen bewohnt sie Sandfluren, austrocknende Hochmoore, Heiden und lichte Wälder. Sie ist in ihrer Allgemeinverbreitung eine in hohem Maße „eurytherme“[3], anspruchslose (oligotrophe)[4]) und besiedelungstüchtige alte Glazialpflanze der nördlichen Hemisphäre, die von den Dünen („Edelweiß der Dünen“) bis 2850 m aufsteigt; als Weideunkraut und Platzräuber den Sennen verhaßt, als lange frisch bleibendes Zierpflänzchen oft zu zauberkräftigen Kränzen gewunden, besonders am Himmelfahrtsmorgen.

Viel enger begrenzt in Standort und Verbreitung ist das **Karpathische Katzenpfötchen** (*Antennaria carpathica* L., Taschenflora Tafel 12 Fig. 5), ohne Ausläufer und mit bräunlichem Hüllkelch. Es ist eine entschiedene Hochgebirgspflanze (Wallis 1800—3100 m, Glarus 1900—2500 m, Bayern 2000—2360 m) von größerer Vorliebe für Mineralboden und geschlossenen Rasen bei arktisch-alpinem Verbreitungstypus (mit Fehlen im Altai), wohl mit Ausgang vom nördlichen Asien oder arktischen Nordamerika (Engler, Christ).

Das **norwegische Ruhrkraut** (*Gnaphalium norwegicum* Gunn.) ist eine Bewohnerin der Weiden von der Holzgrenze bis 2400 m, in Bayern von 1550 bis 2200 m. Auch das Wald-Ruhrkraut (*Gn. silvaticum* L.), steigt bis in die alpine Region.

---

[1] Auch Maiensäßblüemli, Papierröseli, Streublüemli, Ewigkeitsblüemli, Himmelfahrtsblüemlein (Stebler, Alpenunkräuter).

[2]) Die Bildung der Früchte kann, weil der Pollen nicht stäubt und also nicht vom Winde vertragen werden kann, nur durch Insektenbestäubung vermittelt werden, wenn nicht, wie bei der nahe verwandten nordischen *Antennaria alpina* Parthenogenesis vorliegt, was noch zu untersuchen ist.

[3]) Mit sehr weiten Grenzen ihres Wärmebedürfnisses.

[4]) Nährstoffarmen, namentlich kalkarmen Boden vorziehend.

§§ 3. Die Asterähnlichen (*Asterinae*).

Die **Alpenaster** (*Aster alpinus* L.), durch den schönen Kontrast des ansehnlichen violetten Strahls und der gelben Scheibe ausgezeichnet, mit großen, bis 5 cm messenden Köpfchen, bewohnt trockene sonnige Weiden, Magermatten, Wildheuplanken und Felshänge, oft mit dem Edelweiß vergesellschaftet (Wallis 1400—3100 m, Waadt 1400—2100 m, 950 bis 2520 m Glarus, 1700—2200 m St. Gallen, 1500—2270 m in Bayern, oft auch tiefer, so z. B. am Walensee bei Quinten 425 m an Kalkfelsen, 550 m im Rheintal). Sie hat eine enorm weite Verbreitung von alpin-arktisch-altaischem Charakter, in Skandinavien fehlend, in Deutschland mit Nordgrenze in der Hercynia und Lausitz.

Gleichsam reduzierte, asterähnliche Formen (oft, namentlich im jungen Zustande, leicht mit Aster zu verwechseln!) sind die alpinen **Berufskräuter**[1]) (*Erigeron*-Arten). Sie sind von *Aster* unterschieden durch mehrreihige schmale Strahlblüten; ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal der oft schwer zu trennenden Formen bildet das Vorkommen oder Fehlen weiblicher Fadenblüten (Fig. 174, F).

Das **einblütige Berufskraut** (*E. uniflorus* L., Fig. 174, A u. B) ist eine typische Hochgebirgspflanze mit niedrigem einköpfigem Stengel und dicht wollig-zottiger Hülle; weibliche Fadenblüten fehlen völlig. Sie bewohnt kurzrasige hochgelegene Weiden vom Milchkraut-, Nardus- und Curvulatypus, als düngerfliehender, humus- und trockenheitliebender Magerkeitszeiger in der Schweiz von 2000—3333 m (Minimum 1200 m in Tessin), in den Ostalpen von 1900—2600 m; sie ist in den Ostalpen ausgesprochen kalkfeindlich, in den Zentral- und Westalpen indifferent.

Die Gruppe der einköpfigen *Erigeron*-Arten (*Monocephalae*), als deren Typus *uniflorus* aufzufassen ist, stammt nach Vierhapper aus den Kordilleren,[2]) wo

Erläuterung zu Fig. 174.

(A—D nat. Größe E—H vergrößert.)

A. Das einköpfige Berufskraut (*Erigeron uniflorus* L.), Alpen von Bex, leg. Favrat.
B. „ „ „ „ „ „ f. *nana* auctorum, Simplon, leg. Favrat.
C. „ Alpen-Berufskraut (*Erigeron alpinus* Linné), Oberwallis, leg. Favrat.
D. „ vernachlässigte B. (*E. neglectus* Kerner), Sertig, beim Wasserfall 2100 m, leg. v. Tavel.
E. Zwitterblüte von *E. alpinus*.
F. Weibliche Fadenblüte von *E. neglectus*.
G. Verkümmerte Zungenblüte von *E. alpinus*.
H. Normale Zungenblüte von *E. alpinus*.

(A—D nach der Natur, E—H nach Rikli u. Marg. v. Uexküll-Gyllenband.)

---

[1]) Vergl. Rikli, Beiträge zur Kenntnis d. schweizer. *Erigeron*-Arten. — I. *E. neglectus* Kerner, II. Übersicht der *Erigeronten* der Schweizerflora. — Ber. d. schweiz. bot. Ges. Heft XIV, 1904 und die umfassende Monographie von Vierhapper, Monographie der alpinen *Erigeron*-Arten Europas und Vorderasiens. — Beihefte d. bot. Centralblattes 1906.

[2]) Engler hält einen Ursprung in zentralasiatischen Gebirgen für wahrscheinlicher.

Fig. 174.
Alpine Berufskräuter (*Erigeron*).

zahlreiche Spezies vorkommen, besiedelte dann von dort aus Asien und Europa, sich in zahlreiche, z. T. sehr nahe verwandte und schwer zu unterscheidende geographische Rassen gliedernd. Der typische *uniflorus* bewohnt Tibet, Kaukasus, bithyn. Olymp, Balkan, Karpathen, Alpen, Apennin, Korsika Mont Dore und Pyrenäen, und gelangte auch nach Norden (Skandinavien, Island, arktisches Europa und Asien, Novaja Semlja, Spitzbergen, arktisches Nordamerika).

Erigeron alpinus, das **alpine Berufskraut**, ist weniger hochalpin: es bewohnt Mähder, Wildheuplanken, Weiden und felsige Gehänge von 1500—2500 m (Maximum 2900 m am Gornergrat; auch diese Art ist in den Ostalpen vorwiegend kalkfeindlich, in den Westalpen bodenvag). Das Entstehungszentrum dieser Erigeron-Gruppe (der *Makroglossae*) liegt nach Vierhapper in den zentralasiatischen Gebirgen, wo noch heute mehrere naheverwandte Arten der Ebene (aus der Gattung *Conyza*) existieren. Auch diese Gruppe hat sich in den verschiedenen Gebirgen Eurasiens und in der Arktis in verschiedene naheverwandte geographische Rassen ausgegliedert.

Sehr sporadisch verbreitet ist das **übersehene Berufskraut** (*Erigeron neglectus* Kerner); es hält in seinen Merkmalen die Mitte zwischen *alpinus* und *uniflorus*. Es findet sich auf Rasenbändern und steinigen Weiden, auf flachgründigem felsigen Boden in Kärnten, Tirol, der Schweiz und den französischen Alpen von 2000—2600 m, nach Rikli nur auf kalkreichem Boden, nach Vierhapper in Tirol auch auf Urgestein.

Die zu den Asterähnlichen gehörige **Goldaster** (*Solidago virga-aurea* L.), eine verbreitete Pflanze des Waldgebiets, geht in einer reduzierten Alpenform (var. *alpestris* W. K.) besonders auf Kalk bis weit in die Alpenregion (Wallis 2800 m, Graubünden 2790 m, Glarus 2200 m, St. Gallen 2400 m).

Während das echte Müllerblümchen (*Bellis perennis*) nur selten in die alpine Region aufsteigt (Wallis 2400 m, Churfirsten 2195 m), ist seine nahe und oft mit ihm verwechselte Verwandte, die **Sternlieb** (*Bellidiastrum Michelii* Cassini), eine der häufigsten Blumen der alpinen Wiesen. Die weißen Zungen der Strahlblüten verfärben sich beim Blühen in ein zartes Weißrot und rollen sich spiralig nach außen und unten ein. Die Früchte haben einen Pappus (der bei *Bellis* fehlt). Die Pflanze erzeugt lange Ausläufer und zieht im Winter ihre Blätter völlig ein. Ihre Hauptregion ist das Waldgebiet, wo sie im Schatten den feuchten Boden sucht; in der Alpenregion ist auch auf offener Weide der Boden feucht genug, und so wird eine Schattenpflanze der Ebene zur Lichtpflanze der Alpen (wie *Agrostis vulgaris*, *Deschampsia caespitosa*, *Centaurea montana*). Sie ist eine der verbreitetsten Rasenpflanzen der untern alpinen Region (Wallis bis 2560 m, Bünden bis 2775 m, Waadt 2500 m, St. Gallen 2000 m, Glarus 2520 m) und meidet nur die ganz trockenen Bestände. In ihrer Gesamtverbreitung ist sie an die Alpennähe gebunden („präalpine Gruppe" nach Gradmann), mit Glazialreliktstandorten im Alpenvorland.

Die niedrige **Alpenwucherblume** (*Chrysanthemum alpinum* L., Taschenflora Tafel 14 Fig. 3 Textfigur Fig. 175) ist eine weitverbreitete

hochalpine und nivale, kieselholde[1]) Bewohnerin der Felsgräte, Gipfel- und Paßfloren bis 3827 m (am Monte Rosa), der Moränen, Alluvionen, Sand- und Schlickfelder, aber auch des geschlossenen Rasens des Curvuletums und der Schneetälchen, zu deren häufigsten Begleitern sie zählt; seltener tritt sie in den Milchkraut- und Nardusweiden auf, niemals im

Fig. 175.

Alpen-Wucherblume (*Chrysanthemum alpinum* L.).

Blühender Stock vom Berninapaß, 2304 m ü. M.
(Orig.-Phot. v. C. S.)

langhalmigen Rasen der Matten- und Wildheupflanzen. Der schöne weiße Stern der Strahlblüten, in voller Blüte bei Sonnenschein weit ausgebreitet, schlägt sich bei schlechtem Wetter und nach dem Abblühen in scharfem Winkel zurück und färbt sich dann etwas rötlich. Die Pflanze wird sehr reichlich durch Insekten besucht: Müller beobachtete 3 Käferarten, 35 Fliegen, 4 Hautflügler und 14 Falter an derselben. Sie ist in den Pyrenäen, Alpen, Karpathen häufig, in Siebenbürgen

---

[1]) In Bayern immerhin auch auf Mergel und Kalkhornstein.

selten, bis zum Banat verbreitet, gehört also dem mitteleuropäisch-alpinen Element an.

Auch die vielgestaltige **gemeine Wucherblume** (*Chrysanthemum leucanthemum*) steigt aus der Ebene häufig in den alpinen Mähdern und Wildheuplanken hoch über die Baumgrenze (Wallis 2400 m, Glarus 2370 m, Bayern 2240 m). Ihre Blütenköpfe erreichen an ihren alpinen Standorten oft gewaltige Dimensionen.[1])

§§ 4. Kreuzkrautähnliche (*Senecionideen*).

Zwei mehr oder weniger graulich schimmernde xerophytisch angepaßte Kreuzkräuter (*Senecio*) trockener Stellen der Milchkrautweide wie des Curvuletums bis zur Nivalregion zeigen eine scharfe geographische Trennung nach Ost- und Westalpen. Das **graue Kreuzkraut** (*S. incanus* L., Taschenflora Tafel 14 Fig. 1) aus dessen weißfilzigem Laub die orangegelben Blüten kräftig herausleuchten, von 2000—3400 m gehend, ist eine westalpine Art, östlich bis zur Urschweiz verbreitet,[2]) kalkfeindlich. Das **Kärnthner-Kreuzkraut** (*S. carniolicus*, Willd. Taschenflora Tafel 14 Fig. 2), mit viel kahleren und weniger geteilten Blättern, ist eine ebenfalls kalkfeindliche Pflanze der Karpathen und der zentralen Ostalpen bis nach Bayern (Fellhorn). Beide sind typisch-alpine Arten in regionalem und geographischem Sinn; nach Chodat nächstverwandt mit der im Mittelmeergebiet allgemein verbreiteten *Senecio cineraria* = *Cineraria maritima* L. Dieser Typus ist nach Chodat schon vor der Eiszeit auf die Höhe gewandert und hat sich da in eine Reihe vikarisierender Arten ausgegliedert (*leucophyllus* in den Pyrenäen, *Pearsoni* in den Seealpen, *incanus* in den Westalpen, *uniflorus* in den Südalpen, *carniolicus* in den Ostalpen, und eine weitere Reihe in Griechenland, Armenien, Cappadocien, Mingrelien, Kreta (*S. eriospermus*, *cilici-*

---

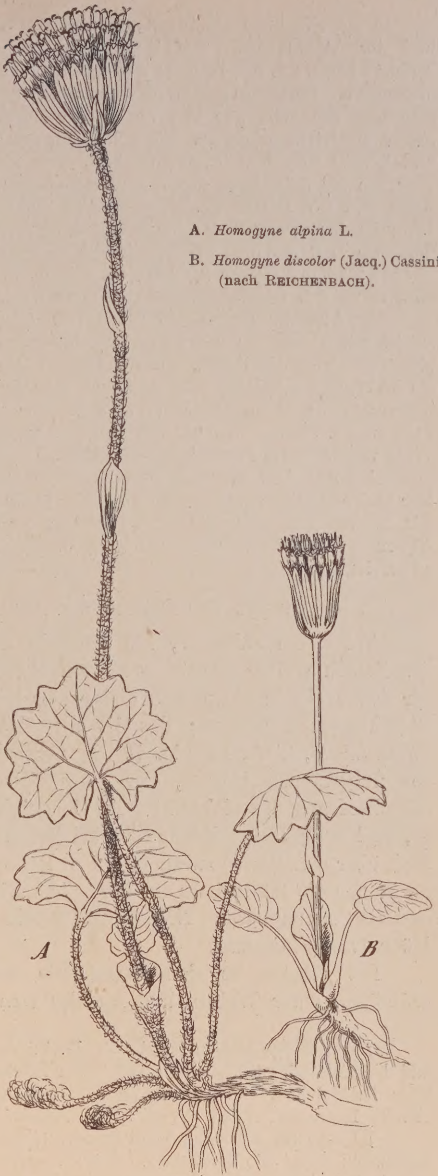
[1]) Oberforstinspektor Dr. Coaz fand Ende August 1906 bei der Lawinenverbauung von Muot oberhalb Bergün bei 2000 m Blütenköpfe von 9 cm Durchmesser!

[1]) Die Grenze wird verschieden angegeben: Christ, Pflanzenleben der Schweiz, Kärtchen Nr. III läßt *S. incanus* mit Uri und Tessin (an der Furka von Bosco) aufhören, und *S. carniolicus* im Oberengadin beginnen, während Brügger *carniolicus* vom Avers, der Aroser-Furka, dem Schwarzhorn und Weißhorn, den Alveneneralpen, dem Parpather Rothorn und der Silvretta angibt; Pampanini läßt den *incanus* sogar in den venetischen, Tiroler, lombardischen und Veltlineralpen auftreten. Correns hält dafür, daß ein Grenzgebiet existiere mit Individuen, die verschieden gedeutet werden können; immerhin hat er aus Graubünden und Tirol nur *carniolicus* gesehen. Chodat, der als neues Merkmal kahle Früchte bei *carniolicus* und behaarte bei *incanus* fand, hält die beiden Arten für scharf getrennt: *carniolicus* in den östlichen und Tessineralpen, *incanus* in den westlichen.

cus, Heldreichi, thapsoides). Während der Eiszeit wurden diese präglazialen, tertiären alpinen Arten vertrieben und sind nachher wieder eingewandert.

Nahe an das weißfilzige Kreuzkraut (*S. incanus*) schließt sich das **einköpfige** an (*S. uniflorus*), mit einem einzigen großen Blütenköpfchen und noch schneeigern Blättern und breitern Pappusstrahlen. Es ist ein engbegrenzter Endemismus der Südalpen von der Maurienne bis zum Langensee.

Zu einer ganz anderen Artengruppe der Kreuzkräuter gehört das **gemswurzähnliche Kreuzkraut** (*S. doronicum*, Taschenflora Tafel 14 Fig. 6), eine hohe stattliche Pflanze mit dicklichen, unterseits wollig-zottigen Blättern, und riesigen orangegelben, meist einzeln stehenden Blütensonnen; sie leuchten aus dem langhalmigen Rasen der Horstseggenhalde und begleiten deren Übergänge zur Weide, ins Geröll und auf den Felsen. Auch diese Art hat mitteleuropäisch-alpinen Verbreitungstypus, greift aber viel weiter über die Alpen hinaus, westlich bis zu den spanischen Gebirgen, östlich bis zum Balkan.



A. *Homogyne alpina* L.

B. *Homogyne discolor* (Jacq.) Cassini (nach Reichenbach).

Fig. 176.

Alp-Lattich.

Ausgesprochene Humuspflanzen sind unter den *Senecionideen* die *Arnica* und der Alpenlattich. Die **Wohlverlei** (*Arnica montana* L., Taschenflora, Tafel 12 Fig. 9a u. 9b) bedeckt mit dem Kreuz ihrer grundständigen, dem Boden angepreßten Blätter ganze Strecken magern, trocknen Humusbodens; ihre gegenständigen Stengelblätter und die ganz orangegelben, oft enormen Strahlköpfe lassen sie leicht erkennen. Sie gehört zur *Nardus*weide und der *Ericaceen*heide und gesellt sich dem Katzenpfötchen, dem Hungergras und den genügsamen Flechten bei (isländisch Moos- und Renntierflechte), flieht den Kalk, liebt das Licht und lebt mit einem Wurzelpilz in Symbiose.[1]) Sie ist ein eurasiatischer Ubiquist der montanen Region bis in die Subarktis (fehlt aber den Karpathen!)- der aber in den Alpen bis weit in die alpine Region aufsteigt (Wallis 2600 m, Waadt 2000 m, Glarus 2300 m, St. Gallen 2200 m, Bayern 2070 m) und von Engler zu den Glazialpflanzen gerechnet wird.

Der **Alpenlattich** oder die Blacke (*Homogyne alpina* Cass., Fig. 176, A) durchspinnt mit Ausläufern den lockern Humusboden und breitet ihre langgestielten, nierenförmigen, dicklichen, immergrünen Blätter im Schatten des Alpenwaldes; sie ist typisch-subalpin, geht aber auch über die Baumgrenze auf die freie Weide bis gegen die Schneegrenze (Wallis 2800 m, Berneroberland 2600 m, Glarus 2500 m, St. Gallen 2200 m, bayerische Alpen 2300 m). Auch sie scheint im Wald vorzugsweise Feuchtigkeit und Humus zu suchen (sie hat eine Pilzwurzel!), und wird auf dem feuchten und humusreichen Alpenboden zur Lichtpflanze. Der kleine zierliche zweifarbige Alplattich (*Homogyne discolor* Cassini, Fig. 176, B) mit unterseits schneeweißfilzigen Blättern, ist ein kalkliebender Bewohner der Alpenmatten und *Azaleen*teppiche der Ostalpen, bis Siebenbürgen und Korsika ausstreichend.

Gruppe der Artischockenähnlichen (*Cynareen*).

Auf einem erdnahen, von Stacheln starrenden Blütenkorb, welcher das Zentrum einer kräftig bewehrten Blattrosette bildet, breitet sich in der Sonne ein Strahlenkranz gleissender Hüllblätter, einen dichtgefüllten Blütenboden umgebend; das ist die **Silberdistel** (*Carlina acaulis* L., Taschenflora, Tafel 13 Fig. 4). Das Stachelgehege schützt die Blüten vor unberufenen Gästen, vor kriechenden Honigräubern; der schimmernde Kranz der Hüllblätter lockt honigholende, bestäubende Insekten an, und schließt bei Nacht und bei Regenwetter als schützendes Regendach über den Blüten zusammen, den Pollen vor Verderbnis bewahrend.[2]) So stehen die Hüllblätter im doppeltem Dienste der Pflanze, als Schutz- und als Schauapparat. Nicht selten streckt sich der Stengel bis zu 30 cm Höhe (var. *caulescens*).

Die Pflanze ist eine Bewohnerin sonniger, trockener aber tiefgründiger, guter Weiden und Mähder vom Milchkraut-, Blaugras- und

---

[1]) Auf Bergmähdern ist sie oft dominierend; so fand Stebler bei 2200 m auf den Schanfiggerheubergen auf 10 cm mächtigem Humus (als Isolierschicht über kalkreichem Lehm!) am steilen Südhang ein „*Arnicetum*" mit 34,5 % *Arnica* im Rasen, neben *Nardus* und *Vaccinien*.

[2]) Unter diesem Dach kann durch die Atmung der Blüten die Temperatur bedeutend über die Umgebung steigen. Kerner maß zwischen den Blüten 20° C., bei einer Außentemperatur von nur 13,2° C.

Horstseggentypus, die tief in der Bergregion beginnt und nicht weit über die Baumgrenze steigt (Wallis 460—2480 m, Glarus bis 2160 m, St. Gallen bis 1800 m). Ihre Gesamtverbreitung reicht von Spanien über Südfrankreich und Mitteldeutschland bis nach Mittelrußland, mit Schwerpunkt im Osten; GRADMANN rechnet sie zu seiner pontischen

Fig. 177.
Ein Stock der stachligsten Distel.
(*Cirsium spinosissimum* L.)
(Orig.-Phot. von C. S.)

„Steppenheidegenossenschaft"; in der Hercynia bildet sie besonders in der Rhön eine besondere Facies der Triftformation. Sie gilt ihrer Stacheln wegen als Unkraut; aber das Vieh weiß den fleischigen artischockenähnlichen Blütenboden wohl zu schätzen.[1])

[1]) Die Pflanze heißt wegen dieses Leckerbissens auch „Artischöckli", ferner „Alpechäs", „Maadäpfel." In Salzwasser gekocht und mit einer Sauce angerichtet, schmecken die Blütenböden wie die besten Artischocken! Probatum est!

Eigenartige spezifische Hochgebirgstypen sind die *Saussureen*; durch blaue Blüten und dickliche Blätter ausgezeichnet, im ganzen nicht häufig und bodenvag, die Weide fliehend und mit Vorliebe die wildesten Rasenpartien und Steilgehänge aufsuchend. Die verbreitetste ist die amerikanisch-arktisch-altaische **Alpen-Saussurea** (*S. alpina* [L.] DC.) (Wallis 1800—2800 m, Glarus 1860—2400 m, Bayern 1700—1950 m) mit ihrer östlichen Rasse *macrophylla* (Tirol) und ihrer mehr westlichen nahen Verwandten *depressa* (Dauphiné, Piemont, Schweiz, Tirol); ebenfalls asiatisch, aber nicht arktisch ist die schöne **ampferblättrige** *lapathifolia* (L.) Beck, mit unterseits schneeweißfilzigen Blättern; und ähnliche Verbreitung zeigt die **zwergige** *pygmaea*. Das ganze Geschlecht zeigt seine Hochgebirgsnatur auch darin, daß ihm die überhaupt am höchsten steigenden Blütenpflanzen angehören, nämlich *Saussurea tridactyla*, die in Tibet bis 5800 m, in Ostturkestan sogar bis 6038 m geht.

Eine Prachtpflanze der Weide, von den Sennen verwünscht, von den Naturfreunden bewundert, ist die **stachlige Kratzdistel** (*Cirsium spinosissimum* [L.] Scopoli, Fig. 177), die in üppigen Gruppen feuchte Depressionen, Bachzüge und Lägerstellen bis 2750 m (Riffel) markiert. Die dichtgedrängten Blütenköpfchen[1]) sind von einer wunderbar regelmäßig gebauten bleichen Hülle dorniger Hochblätter umstarrt, und die Laubblätter sind Meisterwerke der Ornamentik mit dem welligen Gekräusel ihrer allseitigswendigen vielstachligen Ränder. Die Pflanze ist ein „verdämmendes“ Unkraut,[2]) das freilich vom Kleinvieh nicht verschmäht wird; dürr wird sie sogar vom Großvieh gefressen. Die Pflanze ist auf die Alpenkette beschränkt und hat das Schwergewicht ihrer Verbreitung in der subalpinen Zone (Wallis 1600—2750 m, Glarus 1350—2520 m, St. Gallen und Appenzell 1600—2000 m, bis 1400 m herab; Bayern 1500—2320 m). Noch andere Disteln steigen in der Wiesenflora über die Baumgrenze: *heterophyllum* Allioni und *acaule* Allioni.

Zwei **Flockenblumen** sind häufige Bewohner der magern Mähewiesen: die **fedrige** (*C. plumosa* [Lamarck] Kerner, Taschenflora Tafel 13 Fig. 1), ausgezeichnet durch die prächtige Kugelperücke ihrer fein zerteilten Hüllblätter, welche das Köpfchen mit einer für aufkriechende Honigdiebe absolut undurchdringlichen Hecke umgeben, und die **Alpenflockenblume** (*Centaurea alpestris* Hegetschweiler), durch fiederteilige Blätter und große Köpfe charakterisiert. Beide sind vorwiegend subalpin.

§ 8. Die Kardengewächse (*Dipsaceen*).

Das Geschlecht der *Scabiosen* ist ein vorwiegend wärme- und trockenheitliebendes; es verirrt sich in einer Form in die Hochgebirgsregion:

---

[1]) Man findet freilich selten unversehrte Blütenköpfchen; meist sind sie von einem Rüsselkäfer (*Larinus sturnus*) völlig ausgefressen, gegen den die Bestachlung sich als nutzlos erweist.

[2]) Im Puschlav bis hinauf zum Berninahospiz werden die üppigen Stauden gemäht, um sie zu kochen und als Schweinefutter für den Winter einzumachen, wie in Graubünden der Alpenampfer (*Rumex alpinus*).

der **glänzenden Skabiose** (*Scabiosa lucida*, Fig. 178), von der naheverwandten Taubenskabiose der Ebene meist durch kahle und gewimperte

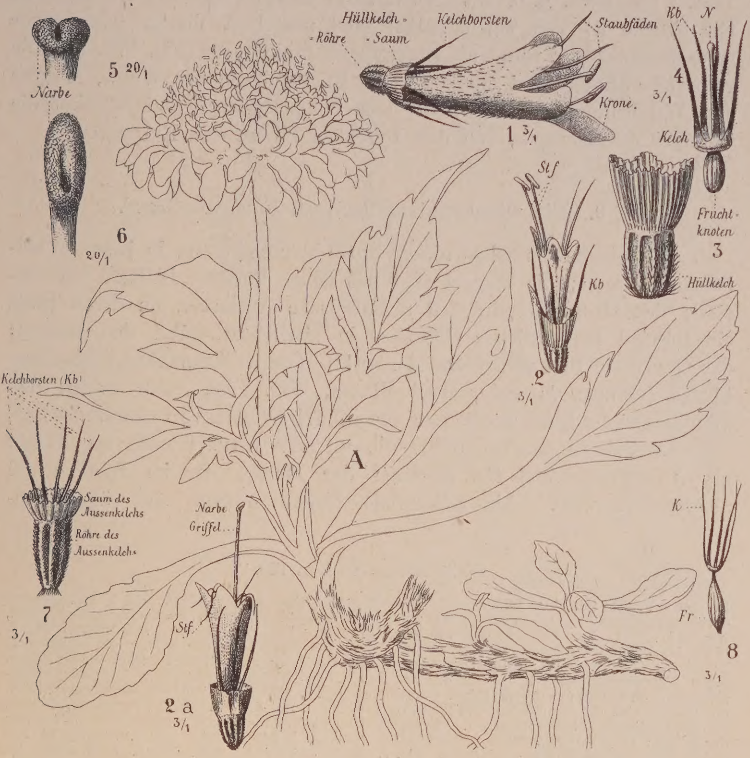


Fig. 178.

Die glänzende Skabiose (*Scabiosa lucida* Villars).

A. Ganze Pflanze in nat. Gr. Fig. 1. Strahlende Randblüte im ersten männlichen Stadium, zwei Antheren schon abgefallen. Fig 2. Blüte der Köpfchenmitte, mit ihrer Spreuschuppe (links), im ersten männlichen Stadium (Griffel noch eingeschlossen). Fig. 2a. Dieselbe im zweiten weiblichen Stadium; Antheren sämtlich abgefallen, Griffel weit herausragend. Fig. 3. Außenkelch, mit dem häutigen kragenförmigen Saum, der als Flugapparat dient. Fig. 4. Stempel und oberständiger Kelch, aus dem Außenkelch herausgelöst. Fig. 5. Noch unreife Narbe aus einer Blütenknospe. Fig. 6. Völlig entwickelte, bestäubungsfähige Narbe. Fig. 7. Die Scheinfrucht, vom Außenkelch umgeben. Fig. 8. Das „Achaenium", die unterständige Einzelfrucht, aus dem Außenkelch herausgelöst.

(Nach der Natur; A von L. S., alles andere von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Blätter und stets durch innen gekielte Kelchborsten verschieden. Die blauen Blütenköpfchen zeigen strahlende Randblüten (Fig. 178, 1). Die

zeitliche Differenz in der Entwicklung der Geschlechter innerhalb derselben Blüte ist eine sehr verschiedene: die Randzone enthält sehr stark vormännige, die gegen das Zentrum zu gelegenen Blüten sind dagegen nahezu homogam, d. h. mit gleichzeitiger Entwicklung der Geschlechter Die Frucht ist von einem Außenkelch umgeben, dessen feinhäutiger manschettenartiger Rand als Flugapparat funktioniert (Fig. 178, 3). Die glänzende Skabiose ist eine treffliche Futterpflanze der Weide, Mähder und Wildheuplanken; sie fehlt dem hohen Norden und bewohnt die Gebirge Mitteleuropas, von den Pyrenäen bis zu den Karpathen.

§ 9. Die Glockenblumenartigen (*Campanulaceen*).

Auf schwankem Stiele nicken große blaue Glocken, in jedem Windhauche zitternd; die Stengel sind mit feinen linearen Blättern lose besetzt; den Grund durchziehen unterirdische Ausläufer, an deren Ende ein Büschel langgestielter Blättchen in zierlichem Rund sich breiten: das Ganze ein Bild vollendeter Anmut![1]) Das ist **Scheuchzers Glockenblume** (*Campanula Scheuchzeri* Villars, Fig. 179). Wir wollen den Wunderbau der Blüte zergliedern und seine sinnvollen Apparate studieren.[2])

Als Schauapparat figuriert die intensiv blaue Glocke der Blüte; als Anlockungsmittel für Insekten der Honig, der im Blütengrund abgesondert wird. Als schützende Decke wölben sich über den-

Erläuterung zu Fig. 179.

D. Ganze Pflanze mit einer Blütenknospe (nickend!) und einer offenen Blüte. Fig. 1. Längsschnitt durch eine Blütenknospe (Frkn = Fruchtknoten, Kz = Kelchzipfel, C = Krone, A = Antheren, Gr = Griffel, N = Narbenäste). 1a. Blütenknospe von oben gesehen. 1b. Fruchtknoten von unten. Fig. 2. Blüte im ersten männlichen Stadium des Blühens, nach Entfernung der Krone; die Staubbeutel haben ihren Blütenstaub an die Griffelbürste abgegeben. Die verbreiterten Basalteile der Staubfäden bilden eine gegen honigstehlende kriechende Insekten schützende Decke über dem honigabsondernden Grund der Blüte. Fig. 3. Dasselbe wie Fig. 2, aber die Staubbeutel sind abgeschnitten, die Basalpartien der Staubfäden sind auswärts geschlagen, um die den Griffel umgebende, drüsige, honigabsondernde Scheibe zu zeigen. Fig. 4. Blüte im zweiten weiblichen Stadium nach Entfernung der Krone: Staubbeutel verstäubt, Narbenäste geöffnet, belegungsfähig. Fig. 5. Staubgefäß von außen. Fig. 6. Dasselbe von der Seite. Fig. 7. Staubbeutel von innen. Fig. 8. Griffelspitze im ersten männlichen Stadium. Fig. 9. Dieselbe in etwas vorgerückterem Stadium. Fig. 10. Griffelspitzen im zweiten weiblichen Stadium des Aufblühens: Pollenkörner (PK) größtenteils abgefallen, Narbenäste ausgebreitet, die mit pollenfangenden Papillen besetzte Innenseite darbietend.

(Nach der Natur; D von L. S., alles übrige von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

---

[1]) Goebel (Flora, Bd. 82, S. 1ff. 1896) hat für die naheverwandte *Camp. rotundifolia* gezeigt, daß die „Rundblätter" auch Erstlingsblätter sind, an der Keimpflanze zuerst entstehen, und daß sie auf geringere Lichtintensitäten abgestimmt sind, als die „Langblätter" des blühenden Sprosses. Wenn man einen solchen in schwache Beleuchtung bringt, so erzeugt er Seitenknospen mit Rundblättern. Einmal fand Goebel in einem schattigen Laubwald eine Pflanze, die an der verlängerten Hauptachse Rundblätter und am Ende derselben sogar eine Blüte trug (Flora, Bd. 95, 1905), also eine blühende Jugendform!

[2]) Vergl. auch Kirchner, O., Die Blüteneinrichtungen d. *Campanulaceen*. Jahreshefte d. Vereins für vaterl. Naturkunde in Württemberg 1897.

selben die breiten Basen der Staubfäden (Fig. 179, 3—6); sie lassen zwischen sich schmale haarbesetzte Spalten, welche zwar den Rüssel bestäubender Insekten durchlassen, aber dem Eindringen honigraubender

Fig. 179.

Scheuchzers Glockenblume (*Campanula Scheuchzeri* Villars).

ankriechender Ameisen erfolgreich wehren. Die Blüten zeigen zwei deutlich verschiedene Stadien: im ersten männlichen Stadium sind die drei Narbenäste am Ende des Griffels aneinandergelegt, die Narbe also noch nicht belegungsfähig; die Staubbeutel haben ihren Blütenstaub auf die Fegebürste des Griffels deponiert und sich zurückgezogen (Fig. 179, 3), daß so der Pollen den Insekten von der Griffelbürste dargeboten wird. Später stülpen sich die steifen Haare der Fegebürste wie Handschuhfinger ein, der Pollen fällt größtenteils ab und nun öffnen sich die drei Narbenäste und bieten ihre papillenbesetzte Innenfläche den besuchenden pollenbehafteten Insekten dar (Fig. 179, 10). Zuletzt rollten sich die Narbenäste so weit zurück, daß sie mit dem etwa noch am Griffel haftenden Pollen sich selbst bestäuben. Es wird also im letzten Stadium des Blühens noch für Selbstbestäubung gesorgt.

Die Früchte zeigen eine sehr eigenartige Öffnungsweise: von der zentralen Placentarsäule lösen sich Streifen aus mechanischen Zellen los, welche, fingerartig sich krümmend, die Kapselwände einreissen.[1]) Der feinkörnige Same ist der Verbreitung durch den Wind angepaßt.

Scheuchzers Glockenblume ist eine für die rundblättrige Glockenblume der Ebene vikaririerende alpine[2]) Art, der subalpinen und alpinen Region angehörig und die sämtlichen Wiesenformen auf allen Bodenarten bewohnend (Wallis 1500—3100 m, Glarus bis 2400 m, Bayern 1300—2410 m). Sie ist eine weitverbreitete arktisch-altaische und Gebirgspflanze.

Einen schroffen Gegensatz zur graziösen Erscheinung der Scheuchzerschen Glockenblume bildet die massig üppige, protzig auftretende **straußige Glockenblume** (*Campanula thyrsoïdea*, Taschenflora Tafel 11 Fig. 8), die einzige gelbblühende und zweijährige der Alpen. Im ersten Jahre, aus Samen aufgegangen, bildet sie eine flach auf dem Boden aufliegende Rosette; im zweiten schießt der Stengel empor, bis zu einem halben Meter, und endigt in einen mächtigen, oben gerundeten Kolben aus dichtgedrängten blaßgelben, wollig behaarten Blüten.[3]) Die Selbstbestäubung ist hier ausgeschlossen, da das oberste Drittel

---

[1]) Vergl. Beck, in Sitz.-Ber. d. zool. bot. Ges. Wien 1885 (23) und unabhängig davon Verf. in Stebler u. Schr., Alpenfutterpflanzen S. 191, 1889.

[2]) Nach Beck lassen sich auch die höhern und reichblütigen Formen der *C. Scheuchzeri* von der *C. rotundifolia* immer sicher unterscheiden durch nicht gestielte untere Stengelblätter, die flach ausgebreitet und nicht am Grunde borstlich zusammengefaltet sind; ferner ist bei *Scheuchzeri* der Stengel niemals ringsum flaumig, höchstens an den Kanten.

[3]) Auf Mähdern findet man nicht selten sogenannte „amputierte“ Formen (forma *putata*): der Hauptstengel ist durch die Sense abgeschnitten, und nun haben sich aus den Achseln der grundständigen Blätter einzelne Blüten entwickelt. Die Pflanze sieht dann total anders aus als die Normalform.

des weitvorragenden Griffels pollenfrei ist und die zurückrollenden Narben den Pollen also nicht erreichen können. Nach der Samenreife stirbt die Pflanze ab und geht aus ihren kleinen, windverbreiteten Samen wieder auf. Sie ist besonders auf den „halbschürigen“ Mähdern häufig, die nur alle 2 Jahre gemäht werden, wo sie also alle 2 Jahre ihre Samen ungestört reifen kann. Sie gehört ausschließlich der Alpenkette und dem Jura an.

Zu einer scharfgetrennten Gruppe von Glockenblumen, durch die Anhängsel zwischen den Kelchzipfeln ausgezeichnet, gehört die **bärtige** (*Campanula barbata* L., Taschenflora Tafel 11 Fig. 3). Auf reichlich behaartem Stengel trägt sie eine einerseitswendige Traube hängender blauer (nicht selten auch weißer) Blüten mit langhaarigen Kronzipfeln. Sie bewohnt lichte Wälder, Legföhrengebüsch, Alpenerlenbestände und Ericaceenheide, ist besonders auf der Weide und den Mähdern häufig, bis gegen die Schneegrenze (Wallis 900—2700 m, Waadtländeralpen 1200—2300 m, Glarus bis 2370 m, St. Gallen 800—2400 m, Bayern von 900—2110 m) und weit in die Vorberge hinaus; Gazialrelikt bei Adelegg im Algäu. Sie zeigt eine wenig ausgesprochene Vorliebe für kalkarmes Gestein. Sie bewohnt die Alpenkette und ihr Vorland, das mährische Gesenke und Siebenbürgen, und kommt spärlich auch im südlichen Norwegen vor, nach Blytt aus den Alpen eingewandert; bei der notorisch vorwiegend südlichen Verbreitung der gesamten „*Medium*“-Gruppe eine sehr wahrscheinliche Annahme.

Die nahe verwandte **Alpen-Glockenblume** (*Campanula alpina* Jacquin), durch längere und lineale Kelchzipfel und kürzere Krone verschieden, ist eine ausschließlich östliche Form: Karpathen, Ostalpen von Wien bis zum Inn, besonders in den nördlichen Kalkalpen verbreitet, sehr zerstreut in den südlichen Ketten.

Auch die großglockige **Allionische Glockenblume** (*Campanula Allionii*) gehört in dieselbe Gruppe; sie ist auf die Dauphiné und das Piemont beschränkt (Cognetal). Ebenso sind *Campanula pulla* L. (Österreich, Steiermark, Kärnten, Krain, Kroatien, Siebenbürgen) und *C. Zoysii* Wulfen (Steiermark, Kärnten, Krain) auf enge Bezirke der Alpen beschränkt.

Zwischen den Kräuselblättern der Krummsegge drängen sich stets scharenweise die blauen Köpfe der **halbkugligen Rapunzel** (*Phyteuma hemisphaericum*[1]) L., Fig. 180) hervor, aus grasartigen Büscheln grundständiger Blätter entspringend. Die Blüte (Fig. 180, 1—7) zeigt eine höchst eigenartige Einrichtung: Der Blütenstaub wird schon in der Knospe auf die Fegebürste des Griffels abgeladen; diese tritt oben aus der röhrenförmig geschlossenen Blumenkrone heraus und bietet so, im ersten männlichen

[1]) Vergl. R. Schulz, Monogr. Bearbeitung der Gattung *Phyteuma*. — Dissert. Zürich 1904.

Stadium den Insekten Pollen dar (3). Später öffnen sich die bis dahin geschlossenen Narbenäste des Griffels und können nun (zweites weibliches

Fig. 180.

Die halbkuglige Rapunzel (*Phyteuma hemisphaericum* Linné).

Erläuterung zu Fig. 180.

C. Ganze Pflanze mit 2 blühenden Köpfchen. Fig. 1. Blütenknospe. Fig. 2. Beginn des Aufblühens: Krone gitterartig sich öffnend, die Staubgefäße schon verstäubt und verschrumpft; an der Spitze tritt der Griffel heraus. Fig. 3. Weiter aufgeblüht: der pollenbedeckte Griffel (Gr), mit zusammengelegten, also nicht bestäubungsfähigen Narbenästen, oben heraustretend, bietet den besuchenden Insekten den Blütenstaub dar: erstes, männliches Stadium der vormännigen Blüte. Fig. 4. Zweites weibliches Stadium des Blühens: der Pollen ist weg, teils von Insekten abgestreift, teils infolge des Schrumpfens der Fegehaare abgefallen. Die ausgespreizten Narbenäste (N) des weit heraustretenden Griffels bieten den pollenbeladenen Insekten ihre empfängnisfähige, papillenbedeckte Innenseite dar. Fig. 3 u 4 zeigen, daß das weite Heraustreten des Griffels größtenteils durch das Herabziehen der Krone bewirkt wird; außerdem wächst auch der Griffel selbst. Fig. 5. Blütenknospe nach Entfernung der Krone. Fig. 6. Entwickelte Blüte ohne die Krone: die Staubbeutel haben schon in der Knospe ihren Blütenstaub entleert; die Zylinderbürste des Griffels (Fig. 10) hat ihn aufgefangen. Fig. 7. Blütengrund: Krone entfernt, Kelch zurückgeschlagen, ebenso die verbreiterten Basalpartien der Staubfäden, um die Honigscheibe zu zeigen, welche den Griffel umgibt. Fig. 8. Längsschnitt durch die Blüte. Fig. 9. Querschnitt durch den Fruchtknoten. Fig. 10. Spitze des Griffels im Beginn des Aufblühens: Narbenäste zusammengelegt, außen mit Fegehaaren besetzt. Fig. 11. Griffelspitze mit eben sich öffnenden Narbenästen. p=Pollen. Fig. 12. Narbenästen am Ende der Blütezeit; sie sind so stark eingerollt, daß sie die Außenfläche des Griffels berühren; wenn hier noch Pollen sitzt, so findet Selbstbestäubung statt. Fig. 13—15. Öffnungsweise der Frucht: drei von der Placenta sich ablösende und aufwärts sich einkrümmende Gewebestreifen (14) greifen wie Finger in die Kapselwände und reißen sie ein (13), zuletzt bis ganz oben, so daß aus dem stehenbleibenden Gitter der Fruchtnerven (15) die kleinen Samen leicht durch den Wind herausgeschüttelt werden können. Fig. 16. Same

(Nach der Natur von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Stadium) von Pollen belegt werden (4). Der Zugang zu dem im Blütengrund abgesonderten und wohlgeschützten Honig geschieht durch gitterartige Öffnungen der Krone. Weiteres siehe Fig. 180 und Erklärung.

Die halbkuglige Rapunzel ist eine kalkmeidende Bewohnerin trockener humusreicher und steiniger Wiesenbestände der Hochgebirgsregion von 1700—3000 m, im Engadin und Wallis auch in den Lärchen- und Arvenwald hinabsteigend; besonders liebt sie die Borstgrasweide und den Krummseggenrasen, und geht auch häufig auf humusreiche Felsspalten über. Ihre Allgemeinverbreitung geht von der Sierra de Guadarama und den Pyrenäen über die Cevennen und die ganze Alpenkette bis Salzburg, Steiermark und Kärnthen und umfaßt außerdem den Apennin; es ist also geographisch ein mitteleuropäisch-alpines Element, genetisch wahrscheinlich ein Erzeugnis der Alpenkette. Dasselbe gilt von der zwergigen **Piemonteser Rapunzel** (*Phyteuma pedemontanum* R. Schulze = *pauciflorum* L., Taschenflora Tafel 11, Fig. 1), die von 1800—3333 m geht, als typisch hochalpine kalkfliehende Bewohnerin der letzten Rasenflecken und konstante Begleiterin des Curvuletums. In den Ostalpen ist sie in einer vikarisierenden Art ausgeprägt (*Ph. pauciflorum* Sternberg und Hoppe = *confusum* Kerner), die bis nach Bulgarien und Siebenbürgen reicht.

Ein Allerweltsbürger der Wiesen ist die vielgestaltige **Kugelrapunzel** (*Phyteuma orbiculare* L., Taschenflora Tafel 5 Fig. 1), eine „Charakterpflanze der Mittelgebirgs-Bergwiesen" (Drude), eine echt montane Art Mitteleuropas, die aber weit über die Baumgrenze steigt (Wallis 2500 m, Waadtländeralpen 2200 m, Glarus

2250 m, Bünden über 2600 m, St. Gallen 2200 m, Bayern 2275 m). Ein stattlicher Schmuck üppiger Mähewiesen der Koniferenregion („Straußgrastypus und Romeyentypus“), sowie der Karfluren schattiger Hänge und des Alpenerlengebüschs ist die schwarzviolette **Hallersche Rapunzel** (*Phyteuma Halleri* Allioni, Taschenflora Tafel 5 Fig. 2), die zu den Produkten der zentraleuropäischen Gebirgskette gehört (Pyrenäen, Alpen, Apennin, Illyrien).

§ 10. Die Enziangewächse (*Gentianaceen*).

§§ 1. Die Enziane (Gattung *Gentiana*).[1]

Das farbenprächtige, großblumige Geschlecht der **Enziane,** das im ganzen ca. 300 Arten zählt, ist vorwiegend eine Zierde der Gebirge der nördlich gemäßigten Zone und der Anden; die Ebenen dieser Zone und die Arktis beherbergen nur wenige Arten; Afrika entbehrt sie völlig, in Feuerland, Neuseeland, Tasmanien und Südaustralien finden sich nur wenige Arten, ebenso auf den Gebirgen des indischen Monsumgebietes, wo u. a. die zierliche, leuchtend blaue *Gentiana quadrifaria* den europäischen Wanderer auf dem Gipfel des 3120 m hohen Pangerango in Java als Erinnerung an die Berge der Heimat überrascht.

Alle Arten enthalten einen Bitterstoff, der sie gegen Schnecken und Weidetiere schützt; wirtschaftlich sind sie deshalb alle als Unkräuter zu bezeichnen; einige der großen Arten liefern in ihren Wurzeln das Material für den Enzianbitter.

Alle bisher darauf untersuchten Arten der Gattung *Gentiana* zeigen nach Stahl[2]) Mykorhizenbildung, d. h. sie führen in ihren Wurzeln einen symbiontischen Pilz; auch bei 3000 m zeigte *G. bavarica* noch dieses Verhalten. Stahl erblickt die helfende Rolle des Pilzgenossen darin, daß er den Pflanzen mit schwacher Wasserdurchströmung die Aufnahme von Nährsalzen aus dem Boden erleichtert. Es stimmt damit die geringe „Wasserbilanz“ der Gentianen, das Fehlen der Wurzelhaare, das Fehlen der Stärke in den Blättern (es sind „Zuckerblätter“), die schlecht ausgebildeten Gefäße, das Fehlen der Wasserporen und der Wasserausscheidung. Besonders die einjährigen Arten der Sektion *Amarella* sind typische Mykorhizenpflanzen; sie enthalten auch am wenigsten Kalkoxalat. Die Abhängigkeit vom symbiontischen Pilz bedingt wahrscheinlich die Schwierigkeit der Kultur vieler Gentianen, vielleicht auch die sporadische Verbreitung mancher Arten.

Mit der geringen Wasserdurchströmung stehen auch die xerophytischen Anpassungen in Beziehung. Kerner hat gezeigt, daß besonders bei den großblütigen, stengellosen Enzianen (*vulgaris*, *latifolia*) der Blattstiel rinnenförmig

---

[1]) Vergl. Kusnezow in Engler-Prantl, nat. Pflanzenfamilien IV, 2 S. 80. — Huxley, The Gentians, notes and queries, in Journal of Linnean Society, Botany vol. XXIV, 1888, S. 101. — Kusnezow, Subgenus *Eugentiana* Kusn., Generis *Gentianae* Tournef. in Acta horti petropol. Tomus XV Fasc. I u. II, 1896/98.

[2]) E. Stahl, Der Sinn der Mykorhizenbildung, eine vergleichend-biologische Studie. Pringsheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik, Band XXXIV, Heft 4, S. 587. Leipzig 1900.

gestaltet ist; eigentümliche Haare in dieser Rinne sind imstande, das dort sich ansammelnde Wasser aufzunehmen. Und Lasniewski wies bei denselben Arten Schleimergüsse in den Interzellularen der Blattbasis nach, welche wasserspeichernd wirken (oder Reservematerial?).

§§§ 1. **Echte Gentianen** (*Eugentiana*).

Die Honigabsonderung findet aus dem Grunde des Fruchtknotens statt; Fransen im Schlunde der Krone fehlen; zwischen den verwachsenen Kronblättern sind Falten ausgebildet. Der Kelch entwickelt zwischen den Zipfeln eine häutige Membran; die Kelchzipfel sind oft rudimentär oder fehlen ganz; die Kelchröhre ist manchmal gespalten.

§§§§ 1. Sternblütige Enziane (*Asterias*).

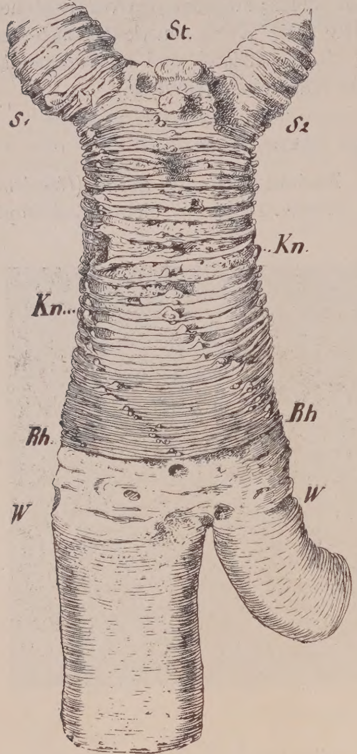
Der stattlichste unter unsern **Enzianen** ist der **gelbe** (*Gentiana lutea* L., Taschenflora Taf. 7 Fig. 1, Textfig. 181): mit dickem kohlkopf-

Fig. 181.

Der gelbe Enzian (*Gentiana lutea* L.)
Oberhalb Schönegg am Fußweg Gsteig—Schynige Platte (Berner-Oberland), bei ca. 1550 m.
(Aufnahme von Dr. J. Jäger, Aarau, Aug. 1906.)

ähnlichem Blattbüschel beginnt er, auf beinahe mannshohem Schaft entfaltet er seine zahlreichen üppigen gelben Blütenwirtel in den Achseln breiter Deckblattschalen, und mit meterlanger, oben bis armdicker und vielköpfiger Pfahlwurzel verankert er sich fest in der Erde. Der Wurzelkopf zeigt deutlich zwei getrennte Partien: die obere hat Stengelnatur,

ist ein „Erdstock“ oder Rhizom, durch die Blattnarben[1]) quer geringelt (Fig. 182). Weiter unten beginnt die längsrunzelige Pfahlwurzel. Im 10. bis 20. Jahre nach der Keimung erzeugt die Pflanze zum ersten Male einen blühenden Stengel; dieser stirbt jedes Jahr ab und wird durch neue seitliche ersetzt.[2]) Die gegenständigen graugrünen Blätter mit längsgefalteter Spreite werden bis 25 cm lang und 15 cm breit (Fig. 181).



Das Stück besteht aus 3 differenten Partien: Von oben bis Rh reicht der Wurzelstock, dann folgt von Rh bis W eine ringsherum reichende verletzte Partie, deren Natur zweifelhaft bleibt, dann von W an nach unten die zwei Wurzeln. Der Wurzelstock (Rhizom) ist kenntlich an den breiten Querwülsten; sie rühren von den Resten der alljährlich erzeugten Laubblätter her und bezeichnen die Grenze eines Jahrestriebs. Das Rhizom hat ein Alter von ca. 43 Jahren. Es ist mit 4 gedrehten Reihen von Knospen (Kn) besetzt und endigt oben bei St mit der (hier nicht sichtbaren) Narbe des Blütenstengels; nach deren Absterben (vor 6 Jahren) haben sich die beiden Seitenzweige des Rhizoms S_1 und S_2 entwickelt, die ca. 6 Jahre alt sind. Die Wurzelpartie trägt weder Querwülste noch Knospen; bei getrockneten Stücken zeigt sie Längsfurchen, die bei dem vorliegenden, in Alkohol aufbewahrten Stück nicht sichtbar sind.

(Nach einem von Prof. Hartwich freundlich zur Verfügung gestellten Exemplar der pharmakognostischen Sammlung des eidgen. Polytechnikums gezeichnet v. L. S.)

Fig. 182.
Rhizom und Wurzel des gelben Enzians (abgeschnitten!).
Gentiana lutea (1/2 nat. Größe).

1) Die schwächern Querlinien entsprechen den Narben der zahlreichen Niederblätter, welche die Knospen schützen; die derbern Querwülste den Narben der starken sommerlichen Laubblätter; zwischen je 2 solchen Querwülsten liegt also ein Jahrestrieb des Erdstockes. 10 cm lange Stöcke sind meist über 25 Jahre alt.

2) Vergl. die ausführliche Darstellung in Arthur Meyer, Wissenschaftliche Drogenkunde Bd. 1, S. 275 ff.

Die Blüten stehen in 3—10 blütigen Trugdolden in den Achseln großer schalenförmiger Deckblätter. Der Kelch ist einseitig aufgeschlitzt; die Krone ist fast bis zum Grunde gespalten, so daß der von der ringförmig angeschwollenen Fruchtknotenbasis abgesonderte Honig frei zugänglich ist (Fig. 183, A); dadurch unterscheidet sich der gelbe Enzian von allen andern alpinen Enzianen. Nicht selten sind überzählige (bis 9!) Kronblätter vorhanden.

Staubgefäße und Narbe sind gleichzeitig entwickelt, und anfangs gleichlang, so daß Selbstbestäubung nicht ausgeschlossen ist. Die zweiklappige Kapsel enthält zahlreiche kleine, häutig berandete flugfähige Samen.

Gentiana lutea ist eine weitverbreitete Bewohnerin steiniger Weiden und ungedüngter Mähewiesen, der „Voralpenfluren" und „Hochstaudenvegetation" auf kalkreichem Boden vorzugsweise in der Berg- und Nadelwaldregion (untere Grenze im Jura 290 m, im Wallis 500 m, im Berneroberland 1100 m, Glarus 900 m, Bayern 1040 m, vereinzelt in den Ebenen Mitteldeutschlands weit herabsteigend, bis zum Thüringer Wald; Gradmann rechnet sie zu seiner „präalpinen", d. h. die Nähe der Alpenkette suchenden Seitengruppe der montanen Arten der schwäbischen Alp; sie steigt aber auch häufig über die Baumgrenze (Wallis 2200 m, Waadtländer Alpen 2100 m, Glarus 2000 m, St. Gallen bis 2400 m, Bünden 2500 m [Braun], Bayern bis 2110 m), und ist von vorwiegend west- und zentralalpiner Verbreitung; in den österreichischen Alpen wird sie nur aus Tirol, Kärnten und Krain angegeben, in letzten beiden Gebieten in der Rasse *symphyandra* Murbeck mit verklebten Staubbeuteln.

Sie ist ein platzraubendes und verdämmendes Unkraut, das nur den einzigen Vorteil hat, daß im Schatten seiner breiten Blätter auch in trockenen Sommern der Rasen frisch bleibt und so im September, nach dem Verwelken der Blätter, dem Vieh sich noch Weide bietet (Moreillon in „Archives jurassiques"). Sie ist zum Vorteil der Alpwirtschaft überall durch Ausgraben stark zurückgegangen: ihre Wurzeln dienen zur Bereitung des „Enzianbitters".[1])

Ihre Allgemeinverbreitung ist auf den eurasischen Gebirgszug von Spanien bis Kleinasien beschränkt (Spanien, Pyrenäen, Auvergne, Jura, Vogesen, Alpen, Korsika, Sardinien, Apennin, Karpathen, Siebenbürgen, Balkan, Kleinasien, fehlt dem Kauaksus).

§§§§ 2. Hochstenglige glockenblütige Enziane (*Coelanthe*).

Ein Teil der echten Gentianen besitzt keulig-glockige, mit Längsfalten versehene Kronen, in deren Grund der Honig geborgen ist; sie stellen gegenüber der primitiven *G. lutea* mit ihrer weit offenen Krone, schlecht geschütztem

[1]) Zu diesem Zweck werden die Wurzeln in haselnußgroße Stücke geschnitten und in einem Faß mit Wasser der Gärung überlassen, die in 3 bis 6 Wochen beendigt ist; dann wird destilliert. Die Wurzel enthält also genügend gärfähiges Material (Zucker, Stärkemehl und Gentiopikrin). — Das Graben der Wurzeln wird meist verpachtet und liefert eine gute Nebeneinnahme für den Alpbesitzer. Im Berner Jura z. B. bezahlt man für das Graben von einem Zentner Wurzeln 2—2,2 Frk., und löst für den Zentner 5 Frk. Die Wurzeln sind oft bis 2 Kilo, im Maximum 6 Kilo schwer.

Honig und vielseitigem Besucherkreis einen biologischen Fortschritt dar; sie sind einseitiger, vorwiegend den Hummeln angepaßt. Wir wollen von diesen nur 2 Gruppen behandeln, die keulenblütigen (*Coelanthe*), mehrjährige hochwüchsige Formen mit beblättertem Stengel, sitzender Kapsel, großgeflügelten Samen, gelben und roten Blüten, und die rosettenblättrigen, stengellosen, großblütigen (*Thylacites*) mit blauen Blüten.

Fig. 183.

Blütenbau der hauptsächlichsten Artengruppen der Gattung *Gentiana* in den Alpen.

A. Sternblütige (*Asterias*): *G. lutea*. B. Hochstenglige Glockenblütige (*Coelanthe*): *G. punctata*; n = Nektarium, der Basis des Fruchtknotens entspringend; h = Honig. C. Stengellose Glockenblütige (*Thylacites*): *G. vulgaris*; n und h wie bei B. D. Kreisnarbige (*Cyclostigma*): *G. verna* (schematisiert). Die breit tellerförmige Narbe N verschließt den engen Zugang zur Kronröhre fast völlig, so daß nur Schmetterlinge den tief im Grunde der schmalen Röhre geborgenen Honig saugen können. Da die Antheren (An) tiefer liegen, ist spontane Selbstbestäubung ausgeschlossen. E. Schlundfransige (*Endotricha*): *G. campestris* L. Der Honig wird am Grunde der Kronröhre von punktförmigen Nektarien (n) ausgeschieden. F. Schlundhaarige (*Comastoma*): *G. tenella*. G. Querschnitt durch die Basis der Kronröhre von *G. vulgaris* mit den 5 Honigtaschen (h), die durch die Staubfäden getrennt werden. H. Geflügelter Same von *G. punctata*. (A, B, E, F, G nach Müller-Lippstedt, C und H. nach Reichenbach, D nach Natur von L. S.)

Zu den hochstengligen glockenblütigen gehören *G. punctata*, *Villarsii pannonica* und *purpurea*. Diese Gruppe ist wohl als eine alte eurasiatische Hochgebirgsgruppe aufzufassen; die Arten sind scharf getrennt und variieren wenig.

Gentiana punctata, der **getüpfelte Enzian** (Taschenflora Tafel 7 Fig. 3), besitzt eine glockenförmige, in 6—8 Zipfel bis $^1/_3$ herab geteilte gelbe Krone mit schwärzlichblauen Punkten (die übrigens auch fehlen können). Der Kelch hat 5 sehr ungleiche Zipfel, die aber ganz rudimentär sein können. Der Honig ist in 5 getrennten „Saftlöchern“ zwischen den Staubgefäßbasen geborgen; Kreuzung ist gesichert, spontane Selbstbestäubung ausgeschlossen (Fig. 183, B). Kerner bezeichnet die Blüte als protandrisch, Müller als protogyn. Die Frucht ist eine zweispaltige Kapsel mit sehr zahlreichen, 3 mm breiten, kreisförmigen, flachgedrückten, häutig berandeten, flugfähigen Samen (Fig. 183, H). Die Wurzel wird ebenfalls zur Herstellung des Enzianbitters benutzt. Die Pflanze bewohnt steinige Weiden und Matten, Karfluren, oft gesellig wachsend, in weitester Verbreitung auf lehmigem Boden in den Kalk- und Urgebirgsalpen, von 1500—2700 m in Wallis, im Berneroberland selten, in Glarus von 1850—2500 m, in St. Gallen und Appenzell von 1500—2000 m, in Bünden bis 2900 m am Languard leg. Braun, in Bayern von 1690—2310 m, geht aber bis in den bayrischen Wald hinaus.

Ihre Allgemeinverbreitung kennzeichnet sie geographisch als mitteleuropäisch-alpines Element: Böhmerwald, Sudeten, Bayern, Alpen von der Dauphiné und Piemont bis Kärnten, Krain, Venetien, Karpathen, Siebenbürgen, Balkan.

Sehr nahe steht der *punctata* die üppige *G. Villarsii* Grisebach, durch gespaltenen Kelch und blaßgelbe, mit kräftigen schwarzroten Punkten bezeichnete Krone charakterisiert. Sie bewohnt die Westalpen;[1]) eine Parallelform mit kaum punktierter Krone findet sich in den Pyrenäen (*G. Burseri* Lapeyrouse).

Der **purpurfarbene Enzian** (*G. purpurea* L., Fig. 184, Taschenflora Taf. 7, Fig. 2) ist ausgezeichnet durch den einseitig aufgespaltenen Kelch, den wunderbar feinen Rosenduft der außen purpurfarbenen, innen gelben, selten rein gelben oder weißen, bis $^1/_3$ gespaltenen Krone, und die verklebten Staubbeutel. Der Honig sitzt auch hier in 5—6 getrennten Nektarhöhlen zwischen den Staubgefäßen, die Blüte ist nach Kirchner schwach

---

[1]) Vergl. Ronniger, Über *Gentiana Burseri* aut. gall. — Verh. d. zool. bot. Ges. Wien Bd. XL, 1900, S. 33. Ronniger zitiert folgende sichere Standorte der Westalpen: Vallon des Granges, St. Paul à Meyronnes (Basses Alpes), St. André d'Embrun, Val Bel (Hautes-Alpes), Monte Viso, Monte Mommer, Col de Vars, della Maddalena, di Frema morte, della Madonna di Fenestre, Valle de Boscone, Val Salbione, Valdieri.

protogyn; Selbstbestäubung erscheint durch das weite Überragen der Narben ausgeschlossen. Die flugfähigen Samen wiegen nach VOGLER nur 0,00048 gr. Sie bewohnt Mähewiesen, Weiden und Karfluren,[1]) besonders in den äußern Ketten der Schweizeralpen, in den Zentralalpen fast fehlend, östlich bis zum Rheintal, Rhätikon, Oberengadin und Unterengadin, weiter östlich nur ganz vereinzelt in Allgäu und Voralberg, westlich bis Savoyen;

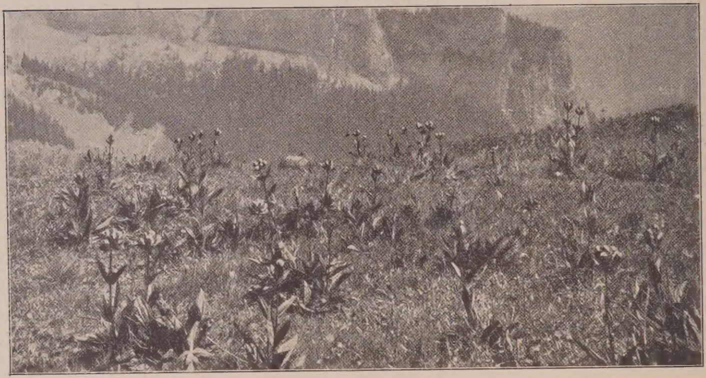


Fig. 184.

Der purpurfarbige Enzian.
(*Gentiana purpurea* L.)

Beim Schönenbühl (1900 m) am Weg von der schynigen Platte zum Faulhorn.
(Aufnahme von Dr. J. JÄGER, Aarau, Aug. 1906.)

außerdem besitzt sie ein ganz versprengtes Vorkommen in Norwegen (Storlifjeld in der Nähe des Dovrefjeld), und noch merkwürdiger, in Kamtschatka! nach Süden streicht sie bis zum Apennin und den apuanischen Alpen: also Schweiz, Norwegen und Kamtschatka![2]) Das weist auf hohes Alter! Der Schwerpunkt der heutigen Verbreitung liegt in den Schweizeralpen (Höhenverbreitung: Wallis 1300—2750 m, Waadt und Glarus 1300—2400 m, St. Gallen 1600—2200 m, Bünden 2600 m [BRAUN], Bayern 1590—1950 m).

---

[1]) Die Bodenansprüche werden sehr verschieden beurteilt: in Wallis findet sie sich ganz selten auf dem Kalk, ebenso in St. Gallen und Appenzell; dagegen ist sie auf dem Generoso, auf der Rigi und anderwärts, auch auf kalkreichem Boden zu finden.

[2]) Die früheren Angaben für Siebenbürgen haben sich nicht bestätigt.

Der östliche Vertreter der *G. purpurea* ist der **ungarische Enzian,** *G. pannonica,* ebenfalls rotblühend,[1]) aber verschieden durch röhrigen Kelch und tiefer gespaltene 5—9 gliedrige Krone. Ihre Westgrenze deckt sich mit der Ostgrenze der *purpurea:* auf der nördlichen Abdachung der Churfirsten (Karrenfelder von Hinderrisi östlich vom Kaiserruck, zwischen Kaiserruck und Hinterruck, zwischen Hinterruck und Scheibenstoll, auf Gluris, im Geröll des Scheiben- und Zustolls) ist ihr einziger Standort in der Schweiz; in Bayern bezeichnet der Lech ihre Westgrenze; in Österreich kommt sie in Tirol, Nieder- und Oberösterreich, Steiermark, Salzburg und Kärnten vor, wie die *purpurea* die äußern Ketten vorziehend; in Siebenbürgen und den Karpathen scheint sie zu fehlen, ist dagegen im Böhmerwald und in der Lombardei zu Hause; sie ist also ein noch spezifischeres Alpenelement als *purpurea* (in Tirol von 1600—2275 m, in Böhmen von 975 bis 1460 m).

Die 4 Arten der glockenblütigen Enziane bilden (worauf besonders Ronniger aufmerksam macht) 2 Gruppen von je 2 sich gegenseitig in ihrer Verbreitung ausschließenden Arten, von denen die östliche einen ungespaltenen, die westliche einen gespaltenen Kelch besitzt; *pannonica* (östlich, Kelch ungespalten) und *purpurea* (westlich, Kelch gespalten) einerseits, *punctata* (östlich, Kelch ganz) und *Villarsi* (westlich, Kelch gespalten) anderseits.

Die glockenblütigen Gentianen erzeugen untereinander zahlreiche, z. T. sehr häufige und fruchtbare Bastarde. Die neueste Zusammenstellung von Ronniger[2]) beschreibt folgende Kreuzungen:

1. *Gentiana lutea* × *purpurea.*
   I. Mit freien Antheren.
      a) *G. hybrida* Schleich., nicht Vill. = *G. Thomasii* Hall. fil.
      b) *G. rubra* Clairville.
      c) *G. purpurascens* Grisebach.
   II. Mit verwachsenen Antheren.
      d) *G. pseudosymphyandra* Ronniger.
      e) *G. Hegetschweileri* Ronniger.

Aus der Schweiz ist der Bastard *lutea* × *purpurea* bekannt von der Col de Bise, Dent du midi, Mauvoisin, Zinal, Rhonegletscher, Gsteig bei Saanen, Krauchtal im Kt. Glarus, Rigi.

2. *Gentiana lutea* × *punctata.*
   a) *G. Doerfleri* Ronn. = *G. hybrida* Vill. nicht Schleich. = *G. Charpentieri* Thomas (z. kl. T.).
   b) *G. Thomasii* Gillabon, nicht Hall. fil. = *G. Charpentieri* Thomas (z. gr. T.).

---

[1]) Dörfler erwähnt eine Lokalrasse auf dem Urgebirgsstock der Stuhleck in der Steiermark, deren Blütenfarbe zwischen rein weiß und bläulich sich bewegt (var. *Ronnigeri* Dörfler). Die normale rote Form fehlt dort fast völlig, vereinzelte weißblühende Individium wurden auch anderwärts beobachtet.

[2]) Vergl. Ronniger, K. Hybride Gentianen aus der Sektion *Coelanthe* Kusnezow. — Verh. d. zool. bot. Ges. in Wien, Bd. XLIX, 1899, S. 1.

Aus der Schweiz bekannt: von Avers, Bevers, Rosegtal, Taney, Chaumény, Dent Morcles.

3. *Gentiana lutea* × *pannonica.*
   G. Laengstii Hausmann (Tirol).
4. *Gentiana lutea* × *Villarsii.*
   G. media Arvet-Touvet, Basses-Alpes.
   G. Hervieri Ronn. Basses Alpes.
5. *Gentiana purpurea* × *punctata.*
   G. spuria Lebert = *Gaudiniana* Thomas.

Alpen von Bex, Taney, Col de Balme, Mt. Fully, Chanrion, Chamounix, Col de fenêtre, Reckingen, Avers, Zervreila, Matossa-Alp ob. Flums, Silberen Alp, Redertenstock, Furka, Dürrenalp, Muttental.

6. *Gentiana lutea* × *Burseri* Planchon (*Planchoni* Dörfl. et Ronn.), Pyrenäen.
7. *Gentiana purpurea* × *pannonica* (*Kusnezowiana* Ronn.), in einem Garten in Petersburg entstanden.

Die Gruppe der „*Pneumonanthe*" hat ganz analogen Blütenbau wie *Coelanthe*, aber gestielte Fruchtknoten. Hierher gehört keine typische Hochgebirgsform, sondern nur die subalpin-montane feuchtigkeitsliebende *asclepiadea* (Taschenflora Tafel 7 Fig. 4), Wallis bis 2000 m, und *Pneumonanthe.*

Die Gruppe der kälteliebenden Gentianen (*Frigidae*) zeigt das blütenbiologische Verhalten der keulenblütigen, hat aber einen andern Samenbau. Sie ist vorwiegend asiatisch-amerikanisch. Hierher gehört die ganz isoliert dastehende, 1—2 blütige, großblütige *G. Froelichii* Hladnik der Kärntner, Krainer und Venetianer Kalkalpen (Karawanken, Steineralpen, Ofir, Val Settimana), ein alter Endemismus, mit vielflügligen Samen, wie sie sonst in der ganzen Gattung nur *G. phyllocalyx* aus dem Himalaya besitzt.

Ebenso isoliert steht in unserer Flora die *G. frigida* Haenke, Steiermarks, Kärntens, der Karpathen und Siebenbürgens; es ist eine geographische Rasse der in Turkestan, Sibirien und Nordamerika verbreiteten *G. algida* Pall.

Ebenfalls nach Asien weist der einjährige kleine **niederliegende Enzian** (*G. prostrata* Haenke), der von seinem Hauptareal Turkestan, Mongolei, Nordwestamerika aus in einem vorgeschobenen Posten die österreichischen Alpen besiedelt (Tirol, Salzburg, Steiermark, Kärnten). Er ist einer der wenigen europäischen Vertreter der vorwiegend zentralasiatischen Hochgebirgsgruppe der knorpelblättrigen Gentianen (*Chondrophyllae*).

§§§§ 2. Stengellose glockenblütige Enziane (*Thylacites*).

Eine ganz ausschließlich mittel- und südeuropäische Hochgebirgsgruppe von echten Gentianen sind die stengellosen (Sektion *Thylacites*), durch eine stark ausgebildete Wurzelblattrosette, große blaue Keulenblüten auf verkürztem Stengel ausgezeichnet und durch die gewunden-höckerige Samenschale von allen andern Gentianen scharf unterschieden. Die Sektion besteht aus einer einzigen „Gesamtart", dem stengellosen Enzian, *Gentiana acaulis* L., im weitesten Sinne, die in 6 mehr oder weniger scharf geschiedene und auch geographisch lokalisierte Unterarten sich gespalten hat.

Das sind die schönen großblütigen Enziane, die Enziane par excellence, deren wundervolle dunkelblaue Kelche, auf dem Grunde lagernd, weit geöffnet der Sonne entgegen leuchten, oder bei trübem Wetter geschlossen sich senken. Die Blüteneinrichtung ist bei allen dieselbe (Fig. 183, C): Der bis 30 mm messende 5zipflige Saum breitet

sich weit aus; die Innenwand der weit geöffneten Glocke ist mit 5 grünlichen Streifen und 30 dunklen Punktreihen geziert, welche dem honigsuchenden Insekt den Weg zu der süßen Quelle weisen. Der rasch sich verjüngende Blütengrund birgt den Honig (Fig. 183, C, h) in 5 getrennten Kammern, welche durch die mit der Krone verwachsenen und leistenartig nach innen vorspringenden, dem als Mittelsäule entwickelten Fruchtknoten sich anlegenden Staubfäden getrennt werden (Fig. 183, G). Im Grunde jeder Honigtasche sitzt eine Drüse, vom Fruchtknoten entspringend, welche die Tasche mit Nektar füllt. Das Insekt muß also fünfmal den Rüssel eintauchen, wenn es den Honigvorrat völlig entleeren will („Revolverblüte"!). Die Staubbeutel bilden unterhalb der Narbe eine Röhre und öffnen sich nach außen. Die Narbe besteht aus 2 gefransten Lappen und überragt die Staubbeutel bedeutend, so daß die Kreuzung begünstigt wird. In der Tat werden die Blüten eifrig von Hummeln besucht, die in die Glocke einkriechen, auf dem Rücken sich mit Pollen bedecken und denselben beim Besuch der folgenden Blüte an deren Narbe abstreifen. Freilich wird häufig genug von räuberischen Hummeln die Krone von außen dicht über dem Kelch angebissen und von dort aus des Honigs beraubt. Doch beobachtete Müller, daß unter Umständen selbst solche Einbrecher doch noch Kreuzung bewirken, indem sie Pollen sammeln.

Ist eine Blüte während ihres Geöffnetseins nicht mit fremdem Pollen bestäubt worden, so ist schließlich noch für Selbstbestäubung gesorgt; wenn bei kühler Witterung oder des Nachts, oder am Ende der Blütezeit die Blüte sich senkt, kann der herabgefallene, im Grunde der Krone befindliche Pollen nach vorne gleiten und noch auf die Narbe treffen.

Die Blütenfarbe variiert etwas: man findet weißblühende, seltener gelbliche oder violette Formen; prächtig sind die himmelblauen Abarten, auffallend die blau- und weißgestreiften; auch abnorme Blüten mit „vergrünten" Kelchblättern, gefüllten Blüten, getrenntblättrigen Blumenkronen, Vervielfältigung der Gliederzahl der Blütenkreise, verlaubten Fruchtknoten wurden gefunden, z. T. durch Milben veranlaßt.

Die großblumigen stengellosen Enziane bilden, wie schon bemerkt, eine einzige „Sammelart", die *Gentiana acaulis* Linné im weitesten Sinne; sie hat sich in 6 geographisch und standörtlich lokalisierte „kleinere Arten" oder „Unterarten" gespalten.[1]) Dieselben gruppieren sich in zwei Typen:

---

[1]) Vergl. Jakowatz, A., Die Arten der Gattung *Gentiana*, Sekt. *Thylacites* Ren. und ihr entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang. — Sitzungsberichte der k. k. Ak. d. Wissenschaft in Wien, math.-nat. Klasse, 108. Bd. Abt. 1, S. 305—356, mit 2 Tafeln und 2 Karten.

Der **gemeine Enzian** (*G. vulgaris* [Neilr.] Beck = *acaulis* Jacquin = *Clusii* Perrier et Songeon, Taschenfl. Taf. 8, 6) hat an der Basis nicht eingeschnürte, der Blumenkrone anliegende Kelchzähne, welche nicht oder schwach, selten stärker durch eine häutige Zwischenmembran getrennt (Fig. 185, 14—18) und so lang oder länger als die halbe Kelchröhre sind.

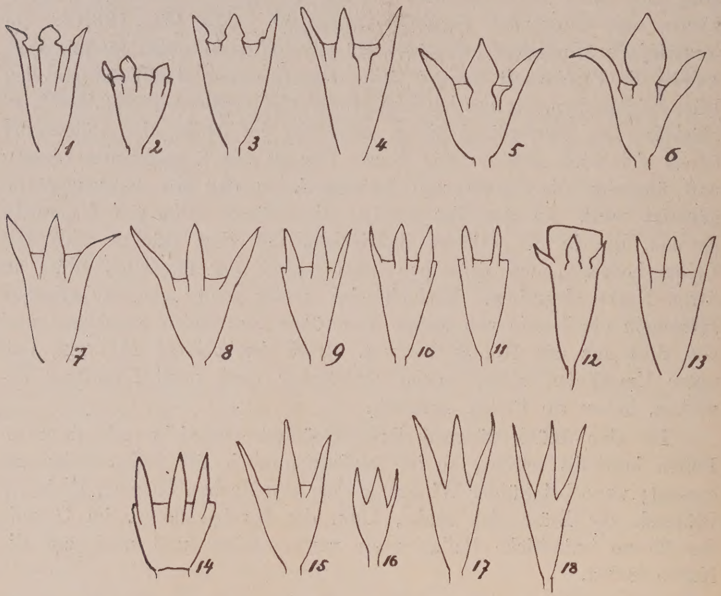


Fig. 185.

Kelchformen von *Gentiana latifolia* und *vulgaris* (nat. Größe).

1—12. *G. latifolia.* 1. St. Margareten oberh. Pfäfers, schmal und spitzblättrig. 2. typisch! Chasseron im Jura, wohl auf Kalk. 3. Kamor. 4. Davos. 5. Valzeina 710 m, Blätter schmal, 10 × 40 mm. 6. Rigi-Kloesterli, Blätter 20 × 33 mm. 7. Kamor, Blätter breit, stumpf und matt, typisch *latifolia.* 8. Schnebelhorn, breitblättrig, 20 × 35 mm. 9. Rheinwald, typisch *latifolia*-Blätter. 10. Schnebelhorn, schmalblättrig, 10×50 mm. 11. Rigi-Kloesterli, Blätter sehr breit, 22×60. 12. Fextal, Abnormität mit weit über die Kelchzipfel hinausragender Membran (aus dem Herbarium der Universität Zürich).

13. Zwischenform der Oberkäserenalp am Speer, mit schmalen Blättern.

14—18. *G. vulgaris.* 14. Alp Tamons 2200 m, typische *vulgaris*-Blätter. 15. Hochalp, Appenzell. 16. Frakmünd am Pilatus, kurzblättrig, 10×25 mm. 17. Wangs. 18. Tellsplatte, sehr schmalblättrig, 7×40 mm. (Nach Herbarmaterial von C. S.).

Er unterscheidet sich dadurch von allen anderen stengellosen Enzianen. Außerdem sind seine Rosettenblätter schmal-lanzett oder elliptisch-lanzett, lederig und glänzend grün, beim Trocknen fein gerunzelt, unter dem Mikroskop mit Randpapillen versehen, welche auch die Ränder der Stengelblätter und Kelchzipfel rauh machen. Der Blütenstiel, bei hochalpinen Exemplaren ganz kurz, kann sich bis 8,5 cm strecken.

Der gemeine Enzian ist vorzugsweise auf kalkreichem Gestein in den gesamten Alpen, besonders in den äußern Ketten, im Jura, in den Karpathen, in der Biharia und in Istrien verbreitet, in der alpinen und subalpinen Region, oft tief herabsteigend (z. B. am Vierwaldstättersee bei Sisikon bis 450 m). Er ist ein sehr häufiger Bestandteil der Heiden, Mähewiesen und Weiden, besonders der letztern; seine Höhengrenzen sind: 1200—2500 m im Wallis, in St. Gallen von 1200 m an, in Bünden bis 2650 m (Braun), in Bayern bis 2350 m; dort geht er auf Moorwiesen und Heiden bis weit ins Vorland hinaus, bis Roith, 3 Stunden unterhalb Regensburg.

Fig. 186.

Der breitblättrige Enzian.
Gentiana latifolia (Gren. et Godr.) Jakowatz.

Ein Stock von Davos, aufgenommen von J. Siegrist, Photograph, Davos-Platz ($^1/_2$ nat. Größe).

Der andere vikarisierende Typus ist der **breitblättrige Enzian** (*G. latifolia* [Grenier et Godron] Jakowatz = *excisa* aut., Taschenfl. Taf. 8, 7) Er hat breitere, weiche, matte Rosettenblätter ohne Papillen, beim Trocknen glatt bleibend; die Kelchzähne sind kürzer als die halbe Kelchröhre, von der Krone abstehend, am Grunde oft etwas zusammengezogen, wie ausgeschnitten; die Bucht zwischen denselben ist breit, immer mit einer membranösen Haut versehen (Fig. 185, 1—12). Er ist eine Heide-, Mähe- und Weidepflanze, besonders auf kalkarmen Böden der zentralen Alpengebiete von der Dauphiné bis nach Kärnten, ferner in den Pyrenäen, im Jura,

Oberitalien, Karpathen, Bosnien, Südserbien und Bulgarien (Wallis von 900—2700 m, Bünden bis 3000 m [Piz Languard, Braun], Bayern 1360—2280 m).

Über den spezifischen Wert dieser beiden Formen und ihre Bodenstetigkeit sind die Ansichten sehr geteilt. Manche Forscher (Presl, Kerner, Koch, Perrier und Songeon und neuerdings namentlich Jakowatz) erklären sie für scharf getrennte Arten; letzterer sagt, er habe nicht hybride Übergänge nicht gesehen.[1] Kusnezow dagegen sagt, es gebe zwischen beiden Arten ganz allmähliche Übergänge im Kelchbau, ebenso Wartmann und Schlatter, Günther Beck u. a. Sie bezeichnen die beiden Formen deshalb nur als Unterarten, eine Ansicht, die mit meinen Beobachtungen vollständig stimmt. Ebensowenig ist die Scheidung nach der Unterlage eine ganz scharfe: *vulgaris* bewohnt allerdings fast ausschließlich den Kalk, *latifolia* ist viel verbreiteter und viel weniger wählerisch und kommt auf Kalk und Urgebirge vor; Fälle, wo beide nebeneinander auf demselben kalkreichen Gestein vorkommen, sind also nicht selten: so auf den Kreideschichten der Alvieralpen und Appenzells, und in den Nagelfluhvoralpen St. Gallens, auch auf der Rigi.

An den Typus der *G. latifolia* schließen sich noch 2 geographisch lokalisierte Rassen eng an, die ebenfalls den Kelchbau der *latifolia* besitzen: *G. alpina* Vill., von der Sierra Nevada, den Pyrenäen, den Seealpen und westlichen Schweizeralpen, durch kleine Blätter (1—1,7 cm lang) und kurzen, 0,3 bis 1 cm langen Blütenstiel, und *G. angustifolia* Villars, auf Kalkalpen der Hautes-Alpes, der Dauphiné und im Wallis (bei St. Gingolph), durch sehr schmale Blätter ausgezeichnet.

§§§§ 4. Engröhrige kreisnarbige Enziane (*Cyclostigma*)[2].

Die höchste Stufe in der Bergung des Honigs und in der Spezialisierung auf einen besondern Besucherkreis haben die Enziane mit „stieltellerförmiger" Krone erreicht, mit enger Kronröhre und kreisförmiger Narbe, welche die Röhre verschließt: Anpassung an langrüßlige Falter! (vergl. Fig. 183, D und Figuren-

---

[1]) Jakowatz beschreibt ein Exemplar eines Bastardes, das durch 85 % verkümmerte Pollenkörner sich als solcher erweist. Er zitiert aber außerdem zwei Mittelformen, deren Bastardnatur ihm nicht sicher erscheint. Und die meisten in Gärten kultivierten Exemplare erweisen sich als solche nicht hybride Mittelformen (= *excisa* Presl). Jakowatz nimmt an, diese kultivierten Pflanzen haben durch die Kultur diese intermediäre Form angenommen; aber es ist nicht bewiesen, daß es nicht eine schon spontan existierende Mittelform gewesen ist, die als solche in Kultur genommen wurde. Das erscheint um so wahrscheinlicher, als J. selbst erklärt, fast alle kultivierten Exemplare (also nicht alle) seien Mittelformen. — Und wenn J. S. 318 sagt: „nicht selten finden sich bei *latifolia* Exemplare, deren Kelchzähne außerordentlich breit, spitz und länger als die Kelchröhren sind oder deren Blätter schmal und lang zugespitzt erscheinen . . .", so sind das doch auch Übergänge; ebenso die gleich darauf zitierten Exemplare mit fehlender Verbindungshaut; Übergänge in der Kelchbildung siehe Fig. 183. Immerhin ist *vulgaris* im allgemeinen konstanter als *latifolia*; sie scheint die abgeleitete Kalkrasse zu sein.

[2]) Siehe Marie Soltoković, Die perennen Arten der Gattung *Gentiana* aus der Sektion *Cyclostigma*. — Österr. bot. Zeitschrift, 51. Jahrgang, Wien 1901, mit 2 Tafeln und 2 Karten. — Günther Beck, Flora von Südbosnien I—III, S. 130, 1886—1887, und IX S. 25, 1898.

erklärung). Es ist besonders der äußerst „blumentüchtige" Taubenschwanz (*Macroglossa stellatarum*), der in wenigen Minuten Hunderte von Blüten dieser Gentianen zu bestäuben vermag.

Diese Formen haben alle viel kleinere Blüten als die glockenblütigen, aber sie ersetzen diesen Nachteil durch die wunderbare Intensität ihrer Färbung, oft auch durch die Häufung der Blüten.

Die hierher gehörigen Formen sind teils ausdauernde (*G. verna*, *bavarica* und Verwandte), teils einjährige (*G. nivalis* und *utriculosa*).

Die Blütenfarbe ist ein höchst intensives Blau; weiße und hellblaue Abarten sind bei allen bekannt, bei *verna* auch der Länge nach hellblau gestreifte Corollen.

Der **Frühlingsenzian** (G. *verna* L., Taschenflora Tafel 8 Fig. 9 u. Textfigur 187, II 1—3) ist ausdauernd, mit sterilen Blattrosetten neben den blühenden Stengeln; die untersten Blätter sind rosettenartig gehäuft und nehmen nach unten an Größe zu. Der Blütenbau und die Bestäubungsverhältnisse sind aus Fig. 183, D zu ersehen. Dieser Enzian ist eine äußerst verbreitete Rasenpflanze, auf Magermatten, Weiden, Wildheuplanken und Zwergheiden, seltener auf Schutt und Fels, indifferent bezüglich der geologischen Unterlage, düngerfliehend und mittlere Feuchtigkeit verlangend; sie bewohnt ebenso die sonnigen mageren Burstwiesen des Molassevorlandes, die Moorwiesen und Heiden der bayrischen Hochebene, wie die Milchkrautweide und den Horstseggenrasen, die *Carex firma*-Bestände und das *Curvuletum* des Hochgebirges, bis 3333 m aufsteigend (am Theodulpaß bei Zermatt; in Glarus bis 2500 m, Bünden 3000 m, in St. Gallen bis 2400 m, in Bayern bis 2500 m). Sie ist also keine typisch-alpine Art, sondern eher zu den „Bergpflanzen" zu rechnen. Ihre Allgemeinverbreitung ist eine sehr weite: Großbritannien, Pyrenäen, Norwegen, Jura, Alpen und Vorgelände bis weit in die Ebene, Abruzzen, Balkan, Kleinasien, Kaukasus, Turkestan, Sibirien, Mongolei. — Chodat zählt sie zu den Ubiquisten, Christ zu seinem nordasiatischen, Marie Jerosch zu ihrem altaischen Element (alpin-altaischer Verbreitungstypus, in der Arktis fehlend).

An diesen weitverbreiteten relativ indifferenten Typus schließen sich einige abgeleitete Formen an:

Der **kurzblättrige Enzian** (*Gentiana brachyphylla* Villars, Taschenflora Tafel 8 Fig. 2 und Textfigur 187, III), durch nahezu gleichgroße, rhombische, kurz zugespitzte, glänzende Rosettenblätter mit papillösem Rand, durch ungeflügelte Kanten des sehr schlanken Kelches und durch die sehr schmale und lange Kronröhre verschieden, übrigens durch Übergänge mit *verna* verbunden und oft mit der gedrängten hochalpinen Form derselben (*f. compacta* Schröter, Fig. 187, II 3) verwechselt.

Es ist eine Pflanze der alpinen und nivalen Region, bes. der zentralen Teile der ganzen Alpenkette, von ihrem Ostrand bis zu den Seealpen, der Dauphiné, den Pyrenäen und Siebenbürgen (Bucsecs), mit Vorliebe auf dem Urgebirge: so begleitet sie z. B. auf dem Schlern das *Curvuletum* auf den kalkarmen Augitporphyren und ist im Adulagebiet nach Steiger nur auf Urgebirge und Bündnerschiefer zu treffen. Im Wallis ist sie von 2000—4200 m („Schulter"

Fig. 187.
Ausdauernde Enziane aus der Gruppe *Cyclostigma.*

Erläuterung zu Fig. 187.

I. *Gentiana bavarica* L.
1. forma *elongata* Steiger, Oberengadin, leg. Krättli 6. IX. 1869.
2. forma *typica*, Sumpf der Drusatschalp bei Davos 1800 m, leg. v. Tavel.
3. forma *imbricata* Schleicher (hochalpine Form), Val Grialetsch am Flüelapaß 2500 m, leg. v. Tavel.
4. *idem*, Zermatt 2800 m, leg. Schröter.

II. *Gentiana verna* L.
1. Verblüht, mit verlängertem Stengel, Mattmark oberh. Saasfee 2120 m, leg. Schröter.
2. Normalform, Büschalp oberhalb Davos, leg. v. Tavel.
3. Hochalpine gedrängte Form (forma *compacta* Schröter) Mot Madlein im Scarltal 2400 m, leg. C. Schröter.
4. var. *Favrati* Rittener (Originalexemplar!), beraste Felsen der Grand' Vire an der Dent de Morcles, 4. VII. 1886, leg. Rittener.

III. *Gentiana brachyphylla* Villars.
1. Typische Form, Javernaz, leg. Muret.
2. Übergangsform zu *verna* vom gleichen Standort.

IV. *Gentiana Terglouensis* Hacquet (= *imbricata* Froelich non Schleicher), Fedaja-Paß, Marmolata.

Nach der Natur (Herbarmaterial) von L. S.

am Matterhorn) zu finden, in Bayern von 2010—2570 m, in St. Gallen „nur in der Nähe des ewigen Schnees“, in Bünden bis 3250 m (Piz Languard, Braun).

Favrats Enzian (*Gentiana Favrati* Rittener, Fig. 187, II, 4) hat noch kürzere, breitere, ovale oder fast kreisrunde, nicht glänzende Rosettenblätter von noch geringerem Größenunterschied und mit nicht papillösem Rand. Die Kronzipfel sind sehr breit, oft breiter als lang; die Kelchkanten sind etwas stärker entwickelt als bei *brachyphylla*, die Kronröhre etwas weniger schlank; die Pflanze hält also ungefähr die Mitte zwischen *G. verna* und *brachyphylla*,[1]) ist aber kein Bastard. Es ist eine ausgesprochene Felsenpflanze des Kalkes. Sie ist nach Frl. Soltoković in den Alpen von Steiermark bis Frankreich, in den Pyrenäen, Abruzzen und Siebenbürgen verbreitet.

Durch schmale Blätter und sehr breite Kelchflügel ist die *G. Tergestina* Beck (Triester-Enzian) ausgezeichnet, die nach Frl. Soltokovic besonders in den südlichen und westlichen Alpen weit verbreitet ist (auch in der Westschweiz).

Der **bayrische Enzian** (*Gentiana bavarica* L., Taschenflora Tafel 8 Fig. 3 und Textfigur 187, I, 1—4) ist ebenfalls ausdauernd, wächst in kleinen Rasen aus blütenlosen und Blütentrieben; die unteren Blätter sind einander genähert (geschindelt), bilden aber kurze Rosetten; sie sind untereinander gleich groß, oder die unteren nehmen an Größe ab; sie sind spatelförmig oder rundlich. Es ist eine feuchtigkeitliebende Pflanze der Magermatten, Wildheuplanken, Weiden und Quellfluren, fehlt auch im berieselten Feinschutt nicht und gesellt sich in einer rasenbildenden reichblühenden Nivalform (var. *imbricata* Schleicher = *rotundifolia* Hoppe, Fig. 187, I, 3—4) den „hochalpinen Schlickpflanzen“ zu (*Ranunuculus glacialis*, *Androsace glacialis* etc.). Von der verlängerten Wiesenform der tiefern Stellen mit entfernten Blattpaaren bis zu den

[1]) Frl. Soltoković hält *G. Favrati* für eine der *G. bavarica* näher stehende Form. Sie steht mit dieser Ansicht ganz allein; sowohl Kusnezow als der Autor Rittener betonen die nahe Verwandschaft mit *verna*. Sie zeigt eben deutlich das Größerwerden der Rosettenblätter nach unten. Die *Gentiana verna* zerfällt nach Rittener in 3 Abarten: die *aestiva* Koch, mit sehr breit geflügeltem und in der Mitte bauchig aufgeblasenem Kelch, die *verna typica* und die *Favrati*.

gedrängten Polstern der Nivalform finden sich alle Übergänge, ebenso zwischen Formen mit ungeflügelten und geflügelten Kelchkanten. Er ist in den gesamten Alpen, den Apennin und Abruzzen zu Hause, also ein ausgesprochen endemisch-alpines Element. Die Nivalform steigt sehr hoch: Wallis 3600 m (Weißtor), Glarus 2800 m, Bünden 3250 m, Tessin 3180 m (letzteres nach Braun).

An *G. bavarica* schließt sich als geographisch abgeleitete Rasse eng an die *G. Rostani* Reuter, mit langen schmalen Blättern, in den Seealpen und Pyrenäen (auch von Mattmark im Saastal des Wallis von Frl. Soltokovic angegeben!).

Eine gut charakterisierte Art der östlichen Kalkalpen ist *G. pumila* Jacquin, mit schmalen, lanzettlich-spitzen Blättern und langen Narbenpapillen; die *G. Terglouensis* Hacquet (= *imbricata* Froelich), mit dicht geschindelten, eilanzettlich kurzen Blättern mit langen Spitzen ist ebenfalls eine gute Art der östlichen und südlichen Alpen, bis zu den Seealpen (Fig. 187, IV).

Fig. 188.
Ein Zwerg des Schnee-Enzians. (*Gentiana nivalis* L.) Bei Samaden, ca. 1700 m ü. M., leg. C. Schröter 12. VIII. 06.

Die zierlichste unserer Gentianen, das feinste, was die Natur aus dem Enzianmodell zu machen wußte, ist der einjährige **Schnee-Enzian** (*G. nivalis* L., Taschenflora Tafel 8 Fig. 5 Textfigur 188): Der fadendünne, oft nur 1 cm lange Stengel endigt in ein minimales Blütensternchen von leuchtend atlasblauer Färbung, oder er ist länger (bis 30 cm!) und verzweigt sich von Grund an in lauter aufstrebende Äste, die ein ganzes Bukett solcher Blütenzweige dem Wanderer entgegenstrecken. Die Blüten sind außerordentlich empfindlich für die Sonnenbestrahlung; die Wärme, welche ein flüchtiger Sonnenblick den Blumen zuführt, genügt, um die Ausbreitung der azurblauen Kronzipfel zu veranlassen; kaum aber ist die Sonne hinter Wolken verschwunden, so drehen sich die Zipfel schraubig übereinander, ihre hellere Unterseite nach oben kehrend. So können sie sich im Verlauf einer Stunde mehrmals öffnen und schließen (Kerner). Die Pflanze geht nach dem Fruchten zugrunde; sie fruktifiziert aber reichlich und erzeugt sehr zahlreiche und sehr leichte flugfähige Samen (0,000015 g schwer!). Sie tritt oft scharenweise im Rasen feuchter Stellen der Weide, in alpinen Flachmooren, besonders auf den Moospolstern derselben auf, meidet auch den Schatten des Alpenwaldes nicht (Wallis 1600—3000 m, Waadt, St. Gallen 1700 bis 2200 m, Bünden bis 2800 m [Braun]). Ihre Verbreitung charakterisiert sie als „arktisches“ Element: Labrador, Grönland, Island, arktisches Europa (fehlt im Altai und Ural), Gebirge Mittel- und Südeuropas, Kaukasus, Kleinasien. Ihre Kleinheit bedingt spärlichen Insektenbesuch; vielleicht im Zusammenhang damit ist Selbstbestäu-

bung hier möglich: die Antheren ragen zur Zeit des Aufspringens über die Narbe hinaus und bedecken sie mit Pollen. In den grönländischen Exemplaren beobachtete Warming sogar die Verbindung von Staubbeutel und Narbe durch Pollenschläuche.

Der Schnee-Enzian ist gleichsam die hochalpine Miniaturausgabe des andern einjährigen Vertreters der Kreisnarbigen, des **schlauchigen Enzians** (*Gentiana utriculosa* L., Taschenflora Tafel 8 Fig. 4), charakterisiert durch den stark aufgeblasenen Kelch. Er bewohnt die Sümpfe der mitteleuropäischen Ebene und die subalpine und alpine Region der Gebirge Mittel- und Südeuropas, nur wenig über die Baumgrenze steigend (Wallis 390—2300 m, Glarus fehlt sie, St. Gallen nur in der Talsohle des Rheins, in Bünden bis 2000 m [Braun], in Bayern von 320—1700 m).

§§§ 2. Untergattung *Gentianella* (Nektar von der Krone abgesondert).

§§§§ 1. Sektion *Endotricha*, Enziane mit Schlundfransen, die von Gefäßbündeln durchzogen sind.

Hier wird der Nektar nicht vom Fruchtknoten, sondern von der Basis der Kronröhre an 1—2 punktförmigen Stellen ausgesondert; der Kelch hat keine „Verbindungshaut“. Der Schlund der Krone oder, besser gesagt, die Innenseite der Basis der Kronzipfel ist mit starken Fransen besetzt, welche einen Schutz gegen ankriechende Honigräuber bilden, indem sie sich über den Blüteneingang zusammenneigen (Fig. 183, E). Nur Hummeln, langrüßlige Bienen und Falter vermögen den Honig normal zu saugen und als Bestäuber zu wirken. Alle hierher gehörigen Arten sind hapaxanthe[1]) Wiesenpflanzen (Trockenwiese, Sümpfe, Waldwiesen) und durch eigentümliche, hellviolette Kronen ausgezeichnet. Bei allen Arten finden sich häufig weißblühende Abarten, deren Blüten beim Pressen gelblich werden. Diese Enziane sind von den echten grundverschieden; sie haben neuerdings von Wettstein eine umfassende Bearbeitung gefunden.[2])

Eines der Hauptresultate dieser Arbeit ist der Nachweis, daß hier (wie bei den Gattungen *Euphrasia*, *Alectorolophus* u. a.) häufig „saisondimorphe Parallelformen“ vorkommen, d. h. zwei naheverwandte, aus einer Stammform hervorgegangene Sippen, die durch die Blütezeit verschieden sind, bei gleichzeitiger Keimung: die eine blüht und fruchtet früher, Mai bis Anfang August: das ist die Sommerform (*aestivalis*), durch wenige, verlängerte Stengelglieder, stumpfe Stengelblätter und keine oder wenige im obern Teil der Pflanze sitzende Äste ausgezeichnet (Fig. 189, 1); die andere blüht später, August bis

---

[1]) und zwar entweder annuell (einjährig), d. h. Keimung und Fruchtreife erfolgt im gleichen Sommer, oder bienn (zweijährig), d. h. die Keimung erfolgt im ersten Sommer, die Pflanze überwintert mit einer Blattrosette und blüht und fruchtet im 2. Sommer. Man erkennt diesen Unterschied auch an der erwachsenen Pflanze: die biennen haben eine verdorrte Blattrosette am Grunde, die annuellen nicht, vielmehr findet man bei ihnen häufig noch die Cotyledonen erhalten.

[2]) R. v. Wettstein, Die europäischen Arten der Gattung *Gentiana* aus der Sektion *Endotricha* Froel. und ihr entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang. — Denkschriften d. math.-nat. Klasse d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. LXIV, 1896 und: Untersuchungen über den Saison-Dimorphismus im Pflanzenreich. Ebenda Bd. LXX, 1900.

November: das ist die Herbstform (*autumnalis*), charakterisiert durch zahlreiche kurze Stengelglieder, spitze Stengelblätter und zahlreiche Äste (Fig. 189, 2). Aus dem Umstand, daß diese Formen meist die Mähewiesen bewohnen, und daß im Hochgebirge mit seiner kurzen Vegetationsdauer und später Mahd die Differenzierung meist unterbleibt, zieht Wettstein den Schluß, diese Form der Neuentstehung der Arten sei eine Anpassung an die Heuernte.

Alle diese Arten reproduzieren sich nur aus Samen; sie können im vollen dichten Gras, zur Zeit des „Hochstandes" der Wiesenflora, nicht blühen und fruchten. Es bleiben also nur diejenigen Individuen übrig, welche

I. entweder sehr früh fruchten, bevor das Gras sie überwuchert hat;

II. oder sehr spät fruchten, nachdem ihnen Luft geschaffen worden:

a) entweder von selbst, durch das Welken des reifen Grases;

b) oder künstlich, durch die Heuernte.

Alle von der Heuernte betroffenen Individuen müssen, wenn sie genügend hoch entwickelt waren, „putate" Formen sein, d. h. abgeschnittene Hauptachsen zeigen. In der Tat sind solche „amputierte" Exemplare unter unsern Enzianen in den Herbarien sehr häufig.[1])

Diese sehr plausibel erscheinende und von Wettstein und seinen Schülern mit vielen Gründen gestützte Hypothese über die Trennung der beiden saisondimorphen Formen durch Vernichtung der dazwischen blühenden Formen scheint mir immerhin folgende Schwierigkeiten zu bieten:

1. Das häufige Vorkommen putater Exemplare zeigt, daß die Heuernte die von ihr getroffenen Individuen nicht zu vernichten braucht; ob dieselben und wann dieselben nachher an ihren sekundär erzeugten Seitenästen blühen und fruchten, müßte freilich noch näher untersucht werden.

2. Die zu spaltenden Arten sind niemals nur auf Mähewiesen zu finden, sondern auch auf Weiden, die gar nicht, und auf Streuewiesen, die sehr spät, erst nach der Fruktifikation der spätblühenden Formen gemäht werden. Es ist also eine absolute Vernichtung der zur Zeit der Mahd blühende Formen nicht wohl möglich.

3. Es gibt Fälle, namentlich bei den saisondimorphen Euphrasien, wo beide Formen, die früh- und die spätblühende, auf Weiden und Streuewiesen massenhaft auftreten, z. B. *Euphrasia montana* und *Rostkoviana* im nordschweizerischen Flachland. Diese beiden Formationen bieten auch den im allgemeinen lichtliebenden Formen der in Frage kommenden Gattungen viel zusagendere Standorte als die Mähewiesen.

4. Die nicht oder spät gemähten Rasenbestände (Weiden und Streuewiesen) sind die älteren und früher dominierend gewesenen Wiesenformen; die Heuernte ist eine spätere Errungenschaft (ob schon vorrömisch? nach Hehn und v. d. Goltz nicht, nach Hoops wohl, weil „Heu" ein urgermanisches Wort sei) und niemals im ganzen Verbreitungsgebiet weit verbreiteter Arten so allgemein geübt gewesen, daß sie zu einer völligen Ausmerzung der mittelblühenden Formen führen konnte. Die Heuernte hat meines Erachtens zu kurz, zu unregelmäßig und zu wenig allgemein gewirkt, als daß man sie einem natürlichen Selektionsfaktor gleichstellen dürfte.

---

[1]) Sie treiben nach der Köpfung der Hauptachse sehr reichliche Seitentriebe als Ersatz, und zeigen dabei ganz abnorme, etwas verlaubte Kelche, welche die sonst so charakteristischen Merkmale des Kelchzipfelbaues gar nicht zeigen; solche Exemplare sind geradezu unbestimmbar. Dagegen lassen sich die häufigen, oft nur einblütigen und 1—2 cm hohen Zwergexemplare nach dem Kelchbau (aber nur nach diesem) meist gut bestimmen (Wettstein).

Es scheint mir deshalb die Vermutung von H. de Vries (Mutationslehre I S. 66) wohl berechtigt, daß die beiden Parallelformen auch Mutationen sein könnten, die nicht erst der Fixierung durch die Heuernte bedurften. Erneute Untersuchungen speziell an natürlichen Standorten ohne Mahd dürften zur Klärung der Frage beitragen.

Wir können hier nur die verbreitetsten Formen der Alpen aufführen (siehe Fig. 189); sie gruppieren sich nach Wettstein unter die „Gesamtarten“: *G. campestris* L. mit 4 gliedriger Blüte, *G. polymorpha* mit 5 gliedriger Blüte und gestieltem Fruchtknoten, und *G. amarella* mit 5 gliedriger Blüte und sitzendem Fruchtknoten (Fig. 189, 8 u. 9).

Der **Feld-Enzian**, *G. campestris* L., leicht am Kelchbau zu erkennen (4 große und 4 kleine Zipfel) (Taschenflora Taf. 8 und Fig. 189, 3) ist eine weitverbreitete montan-alpine Pflanze magerer Trocken- und Rietwiesen, ohne Vorliebe für Kalk- oder Urgebirge; in Wallis geht sie von 1000—2750 m, im Berneroberland bis 2600 m (Faulhorn), in Glarus bis 2370 m, in Bünden bis 2760 m (Alveneueralpen), in St. Gallen, Appenzell von 1500—2400 m (aber bis herab in die Nagelfluhvoralpen, z. B. Ruppen 990 m), in Bayern von 1400—2420 m. Ihr Gesamtverbreitungsgebiet zeigt 2 getrennte Bezirke: einen nördlichen in ganz Nordeuropa und einen südlichen: Pyrenäen, Norwegen, Vogesen, Jura, Schwarzwald, Alpen (exklusiv Nieder- und Oberösterreich), Apennin. Der Zwischenraum (die deutsche Ebene) wird durch die Unterart *baltica* ausgefüllt. Wettstein und Murbeck vermuten, daß die Stammform der *campestris*-Gruppe schon zur Tertiärzeit in Südeuropa existiert, dort die Eiszeit überdauert und nachher nach Norden sich verbreitet habe, unter Ausgliederung der heutigen Formen, deren Areale sich fast völlig ausschließen.

Die zweite Gruppe, als Gesamtart *G. polymorpha* Wettstein benannt, umfaßt im wesentlichen die *G. germanica* und *obtusifolia* der älteren Autoren. In den Schweizer Alpen am verbreitetsten ist **Murbecks Enzian** (*Gentiana Murbeckii* Wettstein, von Schinz und Keller als *compacta* Hegetschweiler bezeichnet), ungefähr der alten *obtusifolia* Willd. entsprechend (Fig. 189, 4). Sie ist die einzige alpine Form mit gerundeten Kelchbuchten,[1]) zweijährig, niedrig (1—15 cm), die untern Blätter stumpf, die Blüten klein (10—20 mm lang). Der Kelch ist mit flachen, kahlen Zipfeln versehen, die länger sind als die Kelchröhre und bis zum Ende der Kronröhre reichen. Sie ist eine spezifisch schweizerische Pflanze, die vom Südfuß des Monte Rosa bis zur Tiroler Grenze (Stilfserjoch) geht und auf die zentralen und südlichen Ketten beschränkt ist. Sie steigt bis 2600 m in Bünden (Isla persa im Morteratschgebiet,

---

[1]) Frisch zu untersuchen! Bei getrockneten Exemplaren schwer zu erkennen.

Fig. 189.

Saisondiomrphe Enziane aus der Gruppe der Schlundfransigen (*Endotricha*) und Kelchformen der häufigsten alpinen Arten.

Erläuterung zu Fig. 189.

1. *Gentiana aspera* Heg. var. *norica* A. u. J. Kerner, die sommerblütige Form mit wenigen langen Stengelgliedern und stumpfen Laubblättern; Exemplar von Aussee, leg. Kerner.
2. *Gentiana aspera* Heg. var. *Sturmiana* Kerner, die herbstblütige Form, mit zahlreichen kurzen Stengelgliedern und spitzen oberen Stengelblättern; Exemplar von Hötting bei Innsbruck, leg. Wettstein.

3—7. Ausgebreitete Kelche: 3. *G. campestris* L. 4. *Murbeckii* Wettstein. 5. *G. Wettsteinii* Murbeck. 6. *G. aspera* Heg. var. *Sturmiana* Kerner. 7. *G. calycina* (Koch) Wettstein.

8. Gestielte halbreife Kapsel der *G. rhaetica* A. und J. Kerner.
9. Sitzende halbreife Kapsel der *G. axillaris* F. W. Schmidt.

(Alles nach Wettstein, Monogr. d. *Endotricha*.)

nach Dr. Rübel), bis 2670 m in Tessin (Pizzo Campolungo nach Braun), *obtusifolia* wird in Wallis von 1700—2500 m angegeben). Sie ist nicht saisondimorph gegliedert.

Der zweite weitverbreitete Typus ist **Wettstein Enzian** (*G. Wettsteinii* Murbeck), die ich mit ihrer nahe verwandten Alpenform *rhaetica* Kerner zusammen behandle (Fig. 189, 5). Es ist eine Herbstform, die der frühern *germanica* Willd. im engern Sinne entspricht. Sie hat spitze Kelchbuchten und kahle Kelchzähne und ist in der Ebenenform 20—30 cm, in der Alpenform 2—25 cm hoch. Letztere ist eine Pflanze der östlichen Alpen von Graubünden bis Steiermark, im Westen nur auf Urgebirg, im Osten auf Kalk. Die Ebenenform hat eine weite Verbreitung in den Ebenen Mitteleuropas.

Gegenüber diesen beiden mehr zentralen und kieselholden Formen wird von Wettstein als nördliche Kalkalpenform der **rauhe Enzian** (*G. aspera* Heg., Fig. 189, 6), als südliche Kalkalpenform der **kelchige Enzian** (*G. calycina*[1]) Koch bezeichnet (Fig. 189, 7), in Bünden 2800 m steigend auf Urgestein des Piz Carten nach Braun. Beide haben spitze Kelchbuchten und gewimperte Kelchzähne; bei ersterer sind die Kelchzähne flach, nur wenig ungleich an Breite und auch auf dem Rücken gewimpert, bei letzterer sind die Kelchzähne am Rande umgerollt, zwei derselben bedeutend breiter und nur am Rand gewimpert.

Nach Wettstein schließen sich die Areale dieser 4 Alpenarten (*Murbecki*, *rhaetica*, *aspera* und *calycina*) „strenge" aus.[2]) Er schließt daraus auf eine rezente, postglaziale Ausgliederung derselben aus einem tertiären, südlichen Typus, der nach der Eiszeit in die Alpen wanderte und dabei durch klimatische Einflüsse sich in die jetzigen Formen gliederte.

---

[1]) Immerhin ist G. *calycina* neuerdings in beträchtlicher Verbreitung im Berninagebiet von Dr. Rübel bis 2300 m, auch auf Urgestein, nachgewiesen worden, in einer neuen, von Wettstein als *f. engadinensis* bezeichneten Form.

[2]) Ich kann mich des Eindrucks nicht erwehren, daß die Grundlagen für diese Aussage noch nicht ganz ausreichend sind. In der Schweiz wenigstens sind, trotz des reichen Materials, das W. von dort vorgelegen hat, die Areale der erst von Wettstein so scharf auseinandergehaltenen Formen noch viel zu wenig bekannt.

Von der dritten Gruppe, durch sitzenden Fruchtknoten von den beiden andern verschieden, ist von der nordeuropäisch-asiatischen *G. amarella* L. die Autumnalform (*G. axillaris* Schmidt), der **achselblütige Enzian** an versprengten Standorten in der Schweiz gefunden worden, Tarasp und Ofengebiet. Es scheint sich hier um ein Glazialrelikt zu handeln (in Analogie mit *Galium triflorum* und *Ranunculus pygmaeus*).

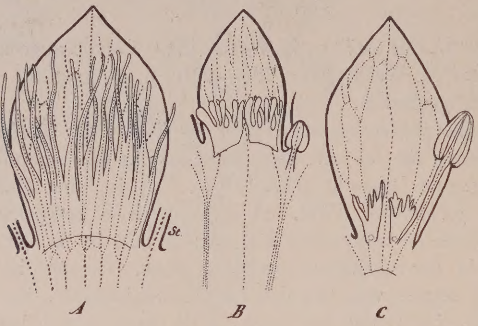


Fig. 190.

Die Schlundschuppen der Sektionen *Endotricha* und *Comastoma* und die Nektarien von *Pleurogyne*.

A. Kronzipfel und Schlundschuppe der *G. campestris*; die Fransen sind von Gefäßbündeln durchzogen (die punktierten Linien bedeuten Gefäßbündel), St = Staubgefäß. B. Kronzipfel mit den 2 getrennten Schlundschuppen der *G. tenella* (ohne Gefäßbündel!). C. Kronzipfel mit den beiden Nektarien der *Pleurogyne*. (Nach Wettstein.)

§§§§ 2. Sektion *Comastoma* Wettstein (mit behaarter Kronenmündung).

Wettstein hat vor kurzem nachgewiesen,[1]) daß die Schlundfransen der hierher gehörigen Formen anatomisch etwas ganz anderes sind, als diejenigen der vorigen Sektion, zu welcher bisher diese Formen gerechnet wurden. Während es dort eine von Gefäßbündeln durchzogene Schuppe ist, sind es hier zwei gefäßbündellose Schuppen, die sich in ihrem Bau den Fransen der Nektargruben von *Pleurogyne* und *Sweertia* nähern (siehe Fig. 190). Auch in andern Merkmalen (Verzweigung vom Grunde aus, sackartiges Anhängsel an den breiten Kelchblättern, tief 4—5 spaltiger, ausgebreiteter Kelch, sitzende Narben, Gefäßbündelverlauf im Kronblatt, Fig. 190) stimmen die kleinen hierher gehörigen *Gentianen* mehr mit *Pleurogyne* als mit irgend einer *Gentiana*. Wettstein beläßt sie dennoch bei *Gentiana*.

Der **zarte Enzian** (*G. tenella* Rottboell, Fig. 191, A u. B) ist ein zierliches Seitenstück zum Schnee-Enzian. Aus der bodenständigen

---

[1]) R. v. Wettstein, Die Gattungszugehörigkeit und systematische Stellung der *Gentiana tenella* Rottboell und *G. nana* Wulfen. — Österr. bot. Zeitschrift Bd. XLVI, 1896, mit 1 Tafel.

Blattrosette erheben sich lange bogig aufsteigende, fast blattlose Äste, welche mit je einem kleinen, 12—14 mm messenden, meist 4 gliedrigen Blütenstern von hellvioletter bis weißer Farbe gekrönt sind. Trotz reichlicher Honigabsonderung scheint der Insektenbesuch des unscheinbaren Blümchens spärlich zu sein, so daß die leicht eintretende Selbstbestäubung sehr vorteilhaft ist. Das Pflänzchen ist ein seltener, leicht zu übersehender Bewohner kurzrasiger, hochalpiner Weiden und berasten Schuttes oder berieselten Sandes, auf allen Gesteinen, vorzugsweise in den inneren Ketten, ohne aber den äußeren zu fehlen, in Wallis von 2000 bis 3000 m, in Bünden bis 2900 m (Parpaner Rothorn), in Bayern von 1875—2580 m.

Fig. 191.

Der zarte Enzian (*G. tenella* Rottboell) und der Zwerg-Enzian (*G. nana* Wulfen).

A u. B. Zwei Zwerge der *G. tenella*: A v. d. Albula-Paßhöhe, 2313 m, leg. KRÄTTLI; B aus d. Capetta-Wald im Avers, 1900 m, leg. SCHRÖTER; C *G. nana* Wulfen; D Blüte derselben. (A u. B. nach Natur, C u. D nach REICHENBACH.)

Sie ist weit verbreitet: Island, Norwegen, Schweden, Lappland, Spitzbergen—Pyrenäen, Sierra Nevada, Alpen von Frankreich und Piemont bis Tirol, Kärnten und Salzburg—Karpathen, Siebenbürgen—Gebirge von Zentralasien (West-Tibet, Afghanistan, Alatan, Altai, Baikalien) — arktisches Sibirien, Kamtschatka—Nordamerika: Kotzebue-Sund (Rocky Mountains, Unalaschka). Nach CHRIST stammt sie mit der ganzen Schar der arktischen Elemente aus Nordasien (Altai). MARIE JEROSCH rechnet sie zu ihrem arktisch-altaischen Verbreitungselement. Die Tatsache, daß sie in Zentralasien viel polymorpher ist als anderswo und dort auch fast alle verwandten Arten sich finden (sieben von acht), macht allerdings den asiatischen Ursprung sehr wahrscheinlich.

Der nahe verwandte **Zwerg-Enzian** (*G. nana* Wulfen (Fig. 191, C u. D), durch 5 gliedrige Blüten und je eine Nektargrube zwischen je zwei Staubgefäßen von *tenella* verschieden (die seltenen 5 gliedrigen Exemplare von *tenella* unterscheiden sich durch die 2 Nektargruben) ist in den Alpen von Piemont, Tirol, Salzburg und Kärnten sporadisch verbreitet, außerdem nach WETTSTEIN in West-Tibet und Himalaya, wo auch 3 andere Arten der Gruppe sich finden.

§§ 2. **Die Saumnarbe** (Gattung *Pleurogyne*).[1]

Die kleinen einjährigen, vom Grunde reich verzweigten und dadurch habituell der *Gentiana tenella* sehr ähnlichen Arten dieser Gattung sind durch

[1]) Obwohl WETTSTEIN in dem oben zitierten Artikel gute Gründe dafür vorbringt, daß die Gattung *Pleurogyne* mit *Sweertia* zu vereinigen sei, wollen wir hier doch, entsprechend dem allgemeinen Usus, mit GILG die Gattung

die meist leistenförmig am Fruchtknoten sich herabziehenden Narben von *Gentiana* verschieden (Fig. 192, D), ebenso von *Sweertia*, mit der sie durch kleine Nektarhohlräume mit gefransten Rändern am Grund der Kronlappen übereinstimmen (s. Fig. 192, C).

Fig. 192.

Die Kärnthner Saumnarbe.
(*Pleurogyne carinthiaca* Wulfen.)

A. Ganze Pflanze in nat. Größe. B. Blüte im Längsschnitt. C. Die zwei Nektarien am Grunde der Kronblätter. D. Der Stempel, mit der einen Saum bildenden, lang herablaufenden Narbe. E. Querschnitt durch den Fruchtknoten. (Nach Pax.)

Die einzige alpine Art ist die spätblühende, unscheinbare **Kärntner Saumnarbe** (*P. carinthiaca* [Wulfen] Don, Fig. 192, A = *Gentiana c.* Froelich = *Swertia c.* Wulfen = *Lomatogonium c.* Al. Braun). Die kleinen, völlig ausgebreiteten Blüten haben ein eigenartiges Hellblau. Die Pflanze ist durch ihre disjunkte, in weiten Sprüngen über die Alpen setzende Verbreitung merkwürdig: in der Schweiz besitzt sie nur 4 Stand-

---

Pleurogyne beibehalten. Schon früher hatte Knoblauch (Bot. Centralblatt Bd. LX. Nr. 13, 1894 und Berichte d. Deutschen bot. Ges. 1895, S. 281) die Vereinigung der *Pleurogyne* mit *Sweertia* vorgeschlagen.

orte: Zermatt, Saastal im Wallis, Kistenpaß 2534 m im Kanton Glarus (von RÜTIMEYER entdeckt!) Weiden der Cresteralp in Avers (von BRÜGGER entdeckt), in Tirol mehrere: Wormser-Joch, am Großglockner, dort reichlich, Dorferalpe, Alpe Froßnitz und Karstal im Pustertal, Heiligbluter Tauern, Schlern, in Salzburg, Kärnten, Krain vereinzelt; dann springt sie nach den Ostkarpathen über, wo sie auf feuchten Kalkfelsen der Burzenländer wächst.

Dann kehrt sie im Kaukasus, in Afghanistan, am Himalaya, Altai und in Sibirien (Ajan, Ochotskisches Meer) und Kamtschatka wieder und setzt zum borealen Nordamerika hinüber.

Das Schwergewicht der Art, und übrigens auch der Gattung *Pleurogyne*,[1]) wie auch der naheverwandten Sektion *Ophelia* der Gattung *Sweertia* liegt offenbar in Zentral- und Südasien, und die alpinen Standorte vorliegender, in unserer Flora so ganz isoliert auftretender Art entsprechen ganz zersprengten, nach Westen allmählich ausklingenden Vorposten des asiatischen Hauptareals. Woher aber die weiten Lücken in der Verbreitung? An geeigneten Standorten fehlt es dazwischen nicht, um so weniger, als die Lieblingsstellen der *Pleurogyne* (im Saastal schwach beraste Alluvialsande, im Avers erdige nackte Stellen der ausgetretenen Weide) keine ausschließende Konkurrenz des dichten Rasens zeigen. Oder sollte vielleicht das launenhafte Auftreten mit dem Vorkommen des symbiontischen Wurzelpilzes zusammenhängen, der für alle erdbewohnenden *Gentianeen* bis jetzt nachgewiesen ist? Oder sind es Relikte eines früher zusammenhängenden Areales, entstanden durch Aussterben an dazwischen liegenden Standorten? Aber warum sollte die Pflanze in den Lückengebieten ausgestorben sein, da Klima und Standorte ihr da auch zusagen würden.[2]) Mit dem Ausdruck „Glazialrelikt" ist bei alpinen Standorten einer alpinen Pflanze nichts erklärt. Daß ihre jetzigen alpinen Standorte direkt aus der Tertiärzeit stammen, daß sie also die gesamten Glazialzeiten in den Alpen überdauert habe, ist nicht wahrscheinlich, da sie keine nivalen Standorte bewohnt. Oder sollten vielleicht die Standorte Neuansiedelungen bedeuten, was ja bei der Kleinheit der Samen nicht ausgeschlossen erscheint? Dann wäre es aber doch sonderbar, daß sie sich nicht weiter ausbreitet, denn keimfähige Samen muß sie ja erzeugen, da sie ja sonst als hapaxanthe Pflanze aussterben würde; oder sind vielleicht die Keimungsbedingungen der Samen ganz besonders eigenartige?

Man sieht, wir wissen von den Lebensbedingungen und der Lebensgeschichte dieser interessanten Pflanze noch viel zu wenig, um diese komplizierten Fragen, die man mit dem Schlagwort „Glazialrelikt" zu erledigen pflegt, anders als rein hypothetisch auf ganz unsicherem Grunde behandeln zu können. Der Fall ist aber typisch für eine große Zahl analoger Verbreitungstatsachen; ich habe ihn hier eingehender besprochen, um zu zeigen, wie viel noch im einzelnen zu tun ist, bevor wir mit Erfolg an die Lösung der großen Fragen herantreten können.

---

[1]) Eine Art (*rotata*) ist zirkumpolar, und von da bis Altai, China und Japan verbreitet; die 5 andern sind in Westtibet, Nordkaschmir und der Mongolei zu Hause.

[2]) Die eifrigen Nachstellungen der Botaniker bedingen wohl leider einen Rückgang der jetzigen Stationen, können aber die Lücken im Areal nicht erklären.

§ 11. **Die Hahnenfußgewächse** (*Ranunculaceen*).

Die Hahnenfußgewächse stellen ein beträchtliches Kontingent zur Flora alpiner Wiesenbestände; sie sind alle ohne Ausnahme wegen der Schärfe ihres Saftes zu den Unkräutern zu rechnen. Bei mehreren Arten der Ebene sind Mykorhizen nachgewiesen; die alpinen sind darauf noch nicht untersucht.

§§ 1. **Die Anemonen oder Windröschen** (Gattung *Anemone*).[1])

Die 6 alpinen *Anemone*-Arten (*alpina, sulfurea, Halleri, vernalis, narcissiflora, baldensis*), lauter Wiesenpflanzen (nur *baldensis* ebenso häufig auf Kalkschutt) bilden 2 Gruppen: die ersten 4 sind „Küchenschellen" (*Pulsatilla*); sie haben fein zerteilte Grundblätter und eine aus dreiwirtelig gestellten, ebenfalls vielspaltigen Blättern bestehende „Hochblatthülle" an dem sonst nackten, mit einer großen Blüte gekrönten Schaft. Die Frucht ist eine wilde zerzauste Perücke, aus den behaarten, als Windfang dienenden Griffeln der Einzelfrüchtchen bestehend, ein beliebter Hutschmuck des Älplers, als „Bergmannli", „Wildmannli", „Tschudermanne" oder „Gemsbart" bekannt. Die Blüten haben eine einfache bunte Hülle, die Staubgefäße sind enorm zahlreich, ebenso die Stempel. Sie sind ausdauernde „Rosettenpflanzen" mit kräftiger Pfahlwurzel und geringem unterirdischen Wandervermögen, mit Erdknospen überwinternd; nur bei *vernalis* finden sich immergrüne Blätter. Sie enthalten alle ein Gift, das „Anemonin", und verursachen beim Vieh heftige Krankheiten. Beim Trocknen geht ein Teil der giftigen Wirkungen verloren; das Heu ist also weniger schädlich.

Die **Alpenanemone** (*A. alpina* L., Taschenflora Taf. 16 Fig. 4) hat große, außen bläulich überhauchte, innen reinweiße Blüten, die anfangs eine Glocke, später einen 5—6 strahligen Stern von 35—55 mm Durchmesser bilden. Die meisten sind zweigeschlechtig; es finden sich aber auch Stöcke mit etwas kleineren, rein weiblichen Blüten; auch Übergänge mit geringer Stempelzahl kommen vor. Nach Schulz sind die männlichen Stöcke in den Alpen mit 80—95 % vertreten, eine streng genommen nutzlose, ja sogar schädliche Einrichtung, da ja auch sonst genug Pollen da wäre. Die honiglosen Blüten bieten den zahlreichen besuchenden Insekten nur Pollen dar, der dafür in dem reichen Kranz der Staubgefäße in genügender Menge erzeugt wird (Typus der „Pollenblume"). Selbstbestäubung ist aber durch das Zusammenschließen und Hängendwerden der Blüten bei ungünstiger Witterung und bei Nacht leicht möglich. Nach Kerner sollen auch die Zwitterblüten zweigestaltig sein: solche mit großen Stempelköpfen und kleinen Staubblättern, der

[1]) Vergl. die neueste Bearbeitung in: E. Ulbrich, Über d. systemat. Gliederung u. geographische Verbreitung der Gattung *Anemone* L. (mit Ausnahme von *Pulsatilla*!). — Englers bot. Jahrbücher, Bd. XXXVII, S. 172—334, mit 37 Abbildungen und 3 Karten.

Fremdbestäubung dienend („gynodynamisch“ nennt sie KERNER und bezeichnet sie als die größten), und solche mit kleinen Fruchtköpfchen und langen Staubblättern, der Selbstbestäubung angepaßt. Doch ist diese Angabe noch weiter zu prüfen.

Die Pflanze ist vorzugsweise subalpin und alpin (Wallis 1100 bis 2600 m, Glarus 1600 – 2500 m, St. Gallen von 1600 m an, Bayern 1500 [Minimum 1200 m] bis 2170 m, Bünden bis 2400 m [Plessuralpen]).

Der Alpenanemone sehr ähnlich, aber durch gelbe Blüten ausgezeichnet ist die **schwefelgelbe Anemone** (*Anemone sulfurea* L., Taschenflora Tafel 16 Fig. 5). Außerdem sind nach VOGLER die Früchtchen etwas kleiner (*alpina* 5 mm, *sulfurea* 3,9 mm, Mittel aus je 400 Messungen von verschiedenen Standorten und Kulturen); und merkwürdigerweise sind auch die Keimpflanzen verschieden.

PREVOST-RITTER (Bulletin d. l. Murithienne, fasc. XIX et XX, 1892, und Bulletin de l'herbier Boissier, Tome I, 1893, S. 305, mit 1 Tafel) hat gezeigt, daß die Kotyledonen der *sulfurea* breiter, kürzer und stumpfer sind als die schmalen und spitzen der *alpina* (siehe Fig. 193).

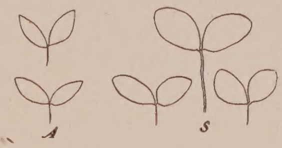


Fig. 193.

Die Keimblätter der *Anemone alpina* (A) und der *A. sulfurea* (S). (Nach PREVOST-RITTER.)

Sie tritt besonders auf Mähewiesen oft massenhaft auf: so untersuchte STEBLER eine Naturwiese im Gehrental (Wallis) bis 1650 m auf Gneisboden, die auf ehemaligem Roggenboden durch Selbstberasung entstanden war; sie enthielt 35 % *Anemone sulfurea* neben 21 % *Trichophorum caespitosum* und 12 % *Laserpitium Halleri*. Trotz dieser reichlichen Beimengung der giftigen Anemone wird das Heu ohne Schaden verfüttert. Sie steigt im Wallis bis 2600 m, in Bünden bis 2780 m (Fuorcla Murail, nach BRAUN).

Diese beiden Formen, die weiße und die gelbe Anemone, bilden ein klassisches Beispiel für vikarisierende Formen auf kalkreichem und kalkarmem Gestein. CHRIST gibt für die Alpen dieser Tatsache folgende Fassung: „Das merkwürdigste Beispiel bildet die *Anemone alpina*. Sie ist in ihrer weißen Form bei uns an das Kalkgebirge, in ihrer gelben an das Ton- und Quarzgebirge gebunden, und zwar mit absoluter Schärfe, so daß an Örtlichkeiten, wo die beiden Gebirgsarten durcheinander gehen, auch die Gruppierung beider Anemonenformen auf das genaueste den Konturen der Scheidelinie folgt. Ja noch mehr: wo der Übergang vom Kalk zum kalkarmen Gestein nicht in schroffer Abgrenzung, sondern in allmählicher Mischung erfolgt, da geht die Anemone in gleichem Mischungsverhältnis aus der weißen in die gelbe Form, in zahlreichen Mittelformen über. Ich habe diese absolute Anpassung an mehreren Orten, in der Faulhornkette nahe der schynigen Platte, am Beatengrat beim Gemmenalphorn, in den Waadtländer Alpen oberhalb Fully verfolgt

und namentlich am ersten Ort mich davon überzeugt, daß es sich hier nicht um Bastarde, sondern um Übergänge handelt."

Weniger scharf fand KERNER die Trennung: „In den nördlichen Kalkalpen kommt *A. alpina* nur mit oberseits rein weißen Kelchblättern vor. In den Südalpen dagegen und noch mehr in den Zentralalpen findet man häufig auch Stöcke, deren Kelchblätter an der obern Seite blaugelb, schwefelgelb bis zitronengelb gefärbt sind[1]) (*A. sulfurea* L.)."

Am richtigsten scheint mir PREVOST-RITTER (a. a. O.) das Verhältnis dargestellt zu haben: auf Kalk kommt die *alpina* allein vor, während auf Urgebirge sich der vorherrschenden *sulfurea* immer auch mehr oder weniger *alpina* beimischt. Derselbe Beobachter hat bei Kulturen konstatiert, daß ein Überpflanzen der *alpina* auf Silikatboden dieselbe nicht etwa gelb färbt, und *alpina* auf kalkreicher und kalkarmer Erde gleich gut gedeiht, während *sulfurea* nur auf kalkarmer Erde davon kommt.[2]) Er folgert daraus, daß *A. alpina* indifferent sei oder wenigstens nur eine Vorliebe für Kalkboden habe, während *sulfurea* nur auf kalkarmen gedeihe.

Verfolgen wir aber das Verhalten außerhalb der Alpen, so zeigt sich folgendes: Die *A. alpina* findet sich in den Vogesen, im Schwarzwald, in der Auvergne, im Harz („Brockenblume"), den Sudeten und Karpathen auf Urgebirge. An all diesen Orten fehlt die *A. sulfurea*! Es liegt also nahe, auf diesen Fall die NÄGELIsche Erklärung von der Wirkung der Konkurrenz anzuwenden, immerhin mit folgender Abänderung: die beiden Formen sind in verschiedenem Grade bodenstet. *A. alpina*, die weitaus verbreitetere Form, kann auf beiderlei Böden gleichgut gedeihen, *sulfurea*, die lokalisiertere, weit besser auf kalkarmen (sie ist „kalkscheu") und ist hier der *alpina* überlegen. Wo also beide nebeneinander vorkommen, wird die *alpina* auf dem Urgebirgsboden mehr weniger vertrieben, die *sulfurea* nahezu völlig vertrieben auf dem Kalkboden, weil sie dort sehr schlecht gedeiht; sie wird in der Tat selten auf Kalkboden angegeben (Puschlav, BROCKMANN, auf Dogger im Berner Oberland).

Die Alpenanemone besitzt eine sehr eigenartige Verbreitung; sie bewohnt zwei weit getrennte Gebiete: Die eurasiatischen Gebirge einerseits von den Pyrenäen bis nach Transkaukasien mit Vorstoß bis zum Riesengebirge und Brocken,[3]) anderseits Nordamerika bis zur Behringstraße. CHRIST rechnete sie zu den Alpenpflanzen amerikanischen Ursprungs, und HEER hält die Arktis für ihren Ausgangspunkt, und erklärt ihr Fehlen in der eurasiatischen Arktis durch Aussterben. Die gelbe Anemone ist rein mitteleurasiatisch-alpin: Pyrenäen, Alpen, Kaukasus.

Die dritte Art der Pulsatilla-Gruppe, **Hallers Anemone** (*A. Halleri* Allioni) mit großen, aufrechten trübvioletten Glocken (Fig. 194) und dicht zottiger Hochblatthülle und Grundblättern, ist eine südalpine Form von stark disjunkter Verbreitung von den Westalpen bis

---

[1]) Schedae ad floram austriaco-hungaricam Nr. 609 — 1882.

[2]) Die Angaben PREVORT-RITRERS beziehen sich freilich nur auf 5jährige Kulturen; auch sind seine Daten über die Zusammensetzung der Kulturerden sehr unbestimmt. Es würde sich lohnen, diese Versuche zu wiederholen.

[3]) Die Form dieser Exklave wurde von REICHENBACH als *Pulsatilla alba* von *alpina* unterschieden.

Siebenbürgen (in der Schweiz nur im Nikolaital von 1620—3000 m). Die vierte Art (*A. vernalis*) behandeln wir später bei der Flora des schmelzenden Schnees.

Die echten Anemonen der Alpen haben keine geschwänzten Früchtchen und kleinere Blüten. Die weitverbreitete **narzissenblütige Anemone** (*A. narcissiflora* L., Taschenflora Tafel 16 Fig. 3) ist ein

Fig. 194.

Anemonenflor bei Riffelalp oberhalb Zermatt, ca. 2300 m ü. M., am 1. Juni.

Die nickenden Glocken sind Frühlings-Anemonen (*Anemone vernalis*); die zwei aufrechten, halbgeschlossenen gehören zu Hallers Anemone. Die zwei 6strahligen Sterne (in der Mitte und rechts) sind *Gagea Liottardi*; ferner ist noch *Ranunculus pyrenaeus* und *Draba aizoides* zu sehen. (Aufnahme von Ernst Meyer, stud. forest.)

zweiachsiger ausdauernder Rosettenträger mit dauernder Primärknospe und seitlichen Blütenständen; sie trägt eine Dolde rötlich überhauchter weißer Blüten, den Apfelblüten auffallend ähnlich, honiglos und vormännig. Sie werden von pollenfressenden Fliegen besucht, können aber am Schluß der Blütezeit sich selbst bestäuben. Sie ist eine weitverbreitete Matten- und Weidepflanze, welche Kalk- und kalkreichen

Fig. 195.
Die Alpenwiesenraute (*Thalictrum alpinum* L.)
A. Blühende Pflanze in natürl. Größe. B. Fruchtstand, ebenso. C. Blüte vergrößert (windblütig!). D. Die aus einer Blüte hervorgegangenen drei getrennten einsamigen Teilfrüchtchen.
(Nach Reichenbach.)

Schiefer vorzieht und nur wenig über die Baumgrenze steigt (Wallis 1000—2200 m, Glarus bis 2370 m, Bünden bis 2400 m, Bayern 1560—2180 m). Ihre Allgemeinverbreitung ist eine sehr weite, in Europa, Asien, Nordamerika; Christ betrachtet sie als nordasiatisch, nach Ulbrich liegt das Zentrum der Artengruppe, zu der sie gehört, in den zentralasiatischen Gebirgen, wo unsere Art auch am formenreichsten auftritt (selbst in gelb- und blaublühenden Formen). Von dort soll sie sich einerseits nach Westen bis zu den Pyrenäen, nach Osten über Sibirien, Kamtschatka, Japan bis Nordamerika ausgebreitet haben.

Die rein südalpine **Anemone vom Monte Baldo** (*A. baldensis* L.) (Westalpen vom Monte Viso bis zum Simplon, Tessineralpen, Salzburg, Südtirol, Kärnten, Krain) ist ein uralter versprengter Typus auf Kalkschutt und steinigen Alpmatten, der in den Pyrenäen, Alpen, Karpathen, Illyrien und in Nordamerika (Rocky Mountains, Sierra Nevada) die Reste seines disjunkten Areals zeigt. Nach Ulbrich soll sie, wie noch andere der zahlreichen Arten ihrer Sektion, im Himalaya entstanden, west- und ostwärts gewandert, und in der Glazialzeit an allen außer den obigen Standorten vernichtet worden sein.

§§ 2. Übrige alpine Wiesen-Ranunculaceen.

Eine der zierlichsten Formen der alpinen Wiesenflora ist die **alpine Wiesenraute** (*Thalictrum alpinum* L., Fig. 195). Die feinzerteilten trüb-

grünen Grundblätter sind im Rasen verborgen; der zarte fadendünne Stengel trägt auf grazilen, schön geschwungenen Stielchen die kleinen Blüten, deren lang herabhängende Staubgefäße den Pollen dem Winde darbieten: denn die ganze Gattung ist windblütig und honiglos. Die Pflanze ist im Norden, (auch Amerika) und in der Arktis weit verbreitet, und in den Ostalpen bis zum Unterengadin und Ofengebiet, auf der Alpweide und dem alpinen Flachmoor, ja selbst auf den Torfmoospolstern häufig, in den Westalpen ganz spärlich; sie stammt wohl aus dem Norden.

Auch die größern Arten *Th. minus* L. und *foetidum* L. steigen auf steiniger Weide bis über die Baumgrenze (in Wallis bis 2500 m bzw. 2400 m, in Bünden *Th. minus* bis 2650 m, Braun).

Ganze ausgedehnte feuchte oder frische Wiesengebiete färbt oft der **Berghahnenfuß** gelb (*Ranunculus montanus* Willdenow, Taschenflora Tafel 15 Fig. 1). Er ist von dem nahe verwandten scharfen Hahnenfuß der Ebene (der übrigens mit der Wiesenkultur bis 2300 m ansteigt!) unter-

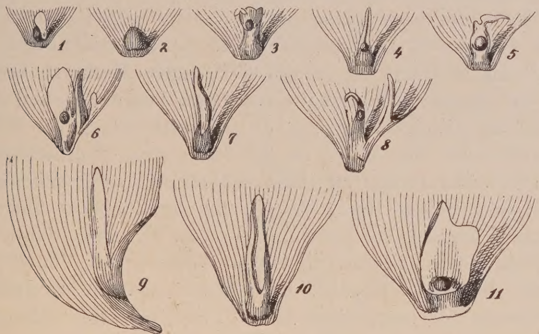


Fig. 196.

Die Nektarien des Pyrenäen-Hahnenfußes.

(*Ranunculus pyrenaeus* L.) $\frac{4^2/_3}{1}$.

Es ist nur die Basis der „Honigblätter" (oder Kronblätter) dargestellt; die Nektarien zeigen eine große Variabilität, vom einfachen Schüppchen (3) bis zur eingerollten Tute (10, 11). Exemplare von Madulein, Oberengadin. (Nach Müller-Lippstadt.)

schieden durch die Behaarung des Fruchtbodens. Seine glänzenden Honigblätter (gewöhnlich als Kronblätter bezeichnet) sondern aus einer Honiggrube am Grunde reichlich Nektar aus; Müller konstatiert 49 verschiedene Besucher. Es ist eine sehr häufige Pflanze der Mager- und Fettmatten, Weiden, Moore und Wildheuplanken, fehlt auch dem Geröll und dem Fels nicht, beginnt schon in der Bergregion (herabgeschwemmt oft noch tiefer, z. B. an der Sihl bei Zürich!) und steigt im Wallis bis

2700 m, im Berneroberland bis 2600 m, Glarus bis 2000 m, in Bünden bis 2800 m (Piz Stretta nach BRAUN), in St. Gallen von 900—2400 m, ebenso hoch in Bayern. Er fehlt im Norden und gehört geographisch zum mitteleuropäisch-alpinen Element, von den Pyrenäen bis zum Kaukasus verbreitet.

Eine auffallende, abweichende Art unter den Hahnenfußarten ist der **pyrenäische** (*R. pyrenaeus* L., Taschenflora Tafel 15 Fig. 5) mit seinen schmalen grasartigen bläulich-grünen Blättern und schneeweißen Blüten, deren Honigblätter eine bemerkenswerte Variabilität im Bau ihrer Nektarschüppchen zeigen (Fig. 196). Sie sind ebenso der Kreuzung wie der Selbstbestäubung angepaßt. Die schöne Pflanze ziert die Weiden der hochalpinen und nivalen Region, besonders der zentralen Ketten und gehört zu den ersten Boten des Alpenfrühlings (Wallis, besonders penninische Alpen 1900—2500 m, Berneroberland 2345 m, Zentralschweiz [Sustenpaß, Urserntal, Gotthard], Glarus 1900 m, [Raminalp], Bünden bis 2780 m, Tessin bis 2600 m (beides nach BRAUN), fehlt St. Gallen und Bayern, in den Ostalpen ist er nur in Tirol und Kärnten vorhanden. Er gehört geographisch zum mitteleuropäisch-alpinen Element.

Dem Hahnenfuß nächstverwandt ist die Schmuckblume (*Callianthemum*); [1]) sie ist durch ein wenig auffallendes Merkmal verschieden, nämlich die hängende, statt aufrechte Samenknospe; ferner durch die große Zahl der Honigblätter (5—16) und Entwicklung der Blüten vor den Blättern. In den Alpen ist sie durch zwei vikarisierende Arten vertreten: die **korianderblättrige Schmuckblume** (*C. coriandrifolium* Rchb., Fig. 197), mit breiten Honigblättern, die Grundblätter überragendem Stengel und eiförmigem Blattumriß: [Pyrenäen, Westalpen, Schweiz (selten: Wallis, Unterwalden, Glarus, St. Gallen, Graubünden), Tirol, Salzburg, Steiermark, Kärnten, Bosnien, Karpathen] und die **rautenblättrige Schmuckblume** (*C. rutaefolium* Rchb.), mit schmalen Honigblättern, niedrigem Stengel und dreieckigem Blattumriß [Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Siebenbürgen; die nahe verwandte *Call. Kernerianum* Freyer (mit glatten Früchtchen), nur auf dem Monte Baldo]. 4 mit *coriandrifolium* nahe verwandte Formen und 2 Spezies aus der *rutaefolium*gruppe finden sich auf den Bergen Zentralasiens (Himalaya bis Altai); der Schwerpunkt und Ausgangsort dieser Gattung scheint also dort zu liegen.

Stattliche Bewohner der feuchten Wiesen der Berg- und subalpinen Region sind die **Trollblume** (*Trollius europaeus* L., Taschenflora Taf. 16 Fig. 2) und der **eisenhutblättrige Hahnenfuß** (*Ranunculus aconitifolius* L., Taschenflora Taf. 15 Fig. 3).

---

[1]) Vergl. JOHANNA WITASEK, Die Arten der Gattung *Callianthemum*. — Verhandl. d. zool. bot. Ges. in Wien, Jahrg. 1899, XLIX. Band, S. 316—356, mit einer Verbreitungskarte.

Fig. 197.

Die korianderblättrige Schmuckblume.
(*Callianthemum coriandrifolium* Reichenbach.)
(Nat. Größe, nach Reichenbach.)

§ 12. Die Rosenblütler (*Rosaceen*).

§§ 1. Die Fingerkräuter (*Potentilla*).

Die alpinen Wiesen-Potentillen, durch drei- bis vielfältig gefingerte oder gefiederte Blätter ausgezeichnet, besitzen alle leuchtend gelbe Blüten mit orangeroten Saftmalen am Grunde der Kronblätter, einen doppelten

Kelch, einen fleischigen honigabsondernden Drüsenring, welchem die zahlreichen Staubblätter aufsitzen und viele getrennte Stempel mit seitlich angesetztem Griffel. Sie sind alle ausdauernde Rosettenpflanzen ohne oberirdisches Wandervermögen, mit Erdknospe überwinternd. Die Blüten stehen auf tiefer Anpassungsstufe, sind meist homogam und einem gemischten Besucherkreis angepaßt mit Möglichkeit zur Selbstbestäubung. Bei *Potentilla aurea* fand SCHULZE im Riesengebirge auch rein weibliche Stöcke mit schwarzen funktionslosen Staubbeuteln (Gynodioecie).

Die verbreitetste Form ist das **Gold-Fingerkraut** *(Potentilla aurea* L., Taschenflora Tafel 22 Fig. 1 und Textfig. 198) an den silberhaarig umsäumten Teilblättchen von allen andern leicht zu unterscheiden, von den Vorbergen (Voralpen des Speer 900 m, Schnebelhorn 1295 m, Mollis 450 m) bis an die Grenze der Nivalregion steigend (Wallis 2800 m, Bünden 3250 m [Piz Languard, BRAUN], Glarus 2500, Bayern 2270). Besonders auf der kurzrasigen sonnigen Weide ist sie häufig, neben dem Borstgras und dem Tormentill (*Nardus stricta* und *Potentilla silvestris*), auf allen Bodenarten mit ihren wunderbar sattgelben, der Sonne entgegenleuchtenden Blütenschälchen eine Zierde des Weiderasens. Sie scheut aber auch den Schatten der Alpenerlenbestände und des Alpenwaldes nicht und verliert dort ihren Silberrand beinah völlig. Sie ist eine weitverbreitete Gebirgspflanze Mitteleuropas bis zum Balkan, außerdem in Kleinasien.[1])

Sehr nahe verwandt, aber durch langzottige Behaarung und das Fehlen des Silberrandes verschieden, ist das **haarige Fingerkraut** (*Pot. villosa* Crantz = *salisburgensis* Haenke = *alpestris* Haller fil.), eine vielgestaltige verbreitete Pflanze der Weiden (Wallis 3100 m, Bünden 2975 [BRAUN], Glarus 2370 m, Bayern 2400) von weiter, auch nordischer und arktischer Verbreitung. Das eigenartige schöne **Schneefingerkraut** (*P. nivea* L.) mit unterseits schneeweiß-filzigen Blättern, ist eine seltene hochalpine Art der Dauphiné, des Wallis (2400—3000 m), Graubündens (Albula, Avers, Bernina 2990 m), Tirols und Salzburgs, sonst noch in Asien, Nordamerika und der Arktis.

Dreizählig gefingerte Blätter besitzt die stattlichste der Alpen-Potentillen, die **großblütige** (*P. grandiflora* L.), eine Bewohnerin der Magermatten und Wildheuplanken, besonders im *Carex sempervirens*- oder *Festuca violacea*-Bestand sonniger felsiger Lehnen, auf den Murmeltier-Erdhaufen besonders üppig (bis 40 cm hoch!), Urgebirge vorziehend (Wallis 1500—3100 m, Bünden 2600 m usw.). Sie ist ein endemisches

---

[1]) Die frühern Angaben aus der Arktis (CHRIST, ENGLER) scheinen irrtümlich zu sein; weder NYMAN noch die neueste Bearbeitung in ASCHERON und GRAEBNER erwähnen sie von Island und Grönland und OSTENFELD bestätigt mir brieflich ihr Fehlen in der Arktis.

Produkt der Alpenkette, das nur auf die Pyrenäen übergreift; in der Dauphiné (Col de Lautaret, Monte Viso) kommt neben ihr die nahe verwandte *Delphinensis* Grenier und Godron vor. Hochalpin-nival sind zwei andere dreizählige Potentillen, klein, niedrig, in den obersten

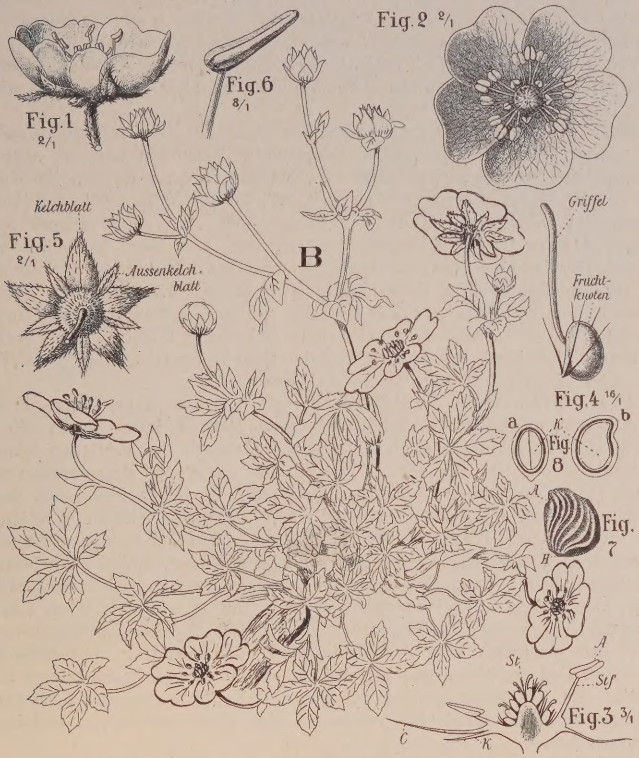


Fig. 198.

Das Gold-Fingerkraut (*Potentilla aurea* L.).

B. Blühende Pflanze in natürlicher Größe. 1. Blüte von der Seite. 2. Blüte von oben. 3. Blüte im Längsschnitt 4. Stempel. 5. Kelch von unten. 6. Staubgefäß. 7. Früchtchen. (Nach der Natur; B von L. S., 1—7 von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Pionierrasen sich bergend: die **kalte** (*P. frigida* Villars), mit trübgrünen zottigen Blättern, nur in den Alpen und Pyrenäen zu Hause, und die **zweifelhafte** (*P. dubia* Zimmeter = *minima* Haller fil.), mit hellgrünen, kahlen Blättern, ebenfalls eine rein alpin-pyrenäische Art. Endlich ist die ganz abweichende „**vielspaltige**“ (*Potentilla multifida* L.), mit

fiederig fein zerteilten Blättern, eine arktisch-asiatische Form, die in den Alpen von der Dauphiné bis ins Wallis (bis 3000 m) sich findet.

§§ 2. Die Taumantel-Arten (*Alchimilla*).

Die Taumantelarten zerfallen in 2 Gruppen: einjährige mit 1 Staubgefäß (Untergattung *Aphanes*), lauter Pflanzen der Ebene, und ausdauernde mit 4 Staubgefäßen (Untergattung *Eualchimilla*, echte Alchimillen). Die fünf europäischen Arten dieser Gruppe sind alle Wiesenpflanzen der Alpen; unscheinbar in Blatt und Blüte, dem Wanderer kaum auffallend, aber vom höchsten wissenlichen Interesse.

Sie sind, mit fast einziger Ausnahme des 5spaltigen Taumantels (*pentaphyllea* L., den wir später unter der „Schneetälchenflora" behandeln werden), sehr vielgestaltig. Ein äußerst scharfsinniger Beobachter, Robert Buser, der Konservator des Herbariums De Candolle in Genf, ist seit Jahren diesem Formenreichtum auf zahlreichen Exkursionen, unterstützt von seinem ebenso scharfsichtigen Bruder Otmar (†) nachgegangen, und hat, zum Entsetzen vieler Floristen, jährlich Dutzende von neuen Formen beschrieben, durch geringe Merkmale verschieden, aber in Kultur und Natur äußerst konstant. Die neuesten systematischen Bearbeitungen der Gattung von Schinz und Keller (Flora der Schweiz) und von Ascherson und Graebner haben mit Glück sich der Aufgabe unterzogen, diese Buserschen „kleinen Arten" als Unterarten, Rassen und Varietäten unter die 5 „Gesamtarten" zu gruppieren.

Der „Pulvérisateur" der Gattung, der vielfach als „Artenfabrikant" angefeindet wurde, erfuhr eine wahrhaft glänzende Rechtfertigung durch die ganz unerwartete Entdeckung des physiologischen Grundes der erblichen Konstanz dieser zahllosen „Mikroformen". Von Murbeck, später von Strassburger wurde nämlich für diese *Alchimillen* die merkwürdige Tatsache nachgewiesen, daß sie ihre Samen nicht als Resultat eines Befruchtungsaktes bilden, sondern auf vegetativem Wege! Ihr Pollen ist verkümmert, meist öffnen sich nicht einmal die Staubbeutel, eine Befruchtung ist also ausgeschlossen, und doch bringen sie keimfähige Samen hervor. Der Keimling geht dabei, wie besonders Strassburger gezeigt hat,[1]) nicht aus einer unbefruchteten Eizelle mit reduzierter Chromosomenzahl, sondern aus einer vegetativ gewordenen Embryosackmutterzelle hervor. Er ist also eigentlich eine Art Brutknospe oder Steckling, ein selbständig gewordener Teil der Mutterpflanze, und als solcher nur im Besitz solcher Eigenschaften, die das Mutterindividuum kennzeichnen! Daher die merkwürdige Konstanz der *Alchimillen*! Sie vermehren sich eben nur durch Stecklinge in Samenform.

Einige wenige Formen besitzen aber doch normalen Pollen und normale Samenknospen (*A. pentaphyllea*, *gelida*, *glacialis*, *grossidens*, letztere 3 subnivale Formen aus der Gruppe der *Hoppeana*).[2]) Sie sind auch die einzigen, welche Bastarde erzeugen, was Busers Scharfblick schon längst erkannt hatte. Andere zeigen Übergangsbildungen.

---

[1]) Strassburger, Die Apogamie der *Eualchimillen* usw. — Pringsheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik, Bd. LXI, Heft 1, 1904.

[2]) Es ist auffallend, daß gerade die hochalpinen Formen die Befruchtungsfähigkeit beibehalten haben; man sollte eher erwarten, daß gerade sie die sicherere, von den Zufälligkeiten des Insektenbesuchs und der Fruchtreife unabhängige apogame Vermehrungsform sich angeeignet hätten.

Der Zeugungsverlust ist zweifellos eine sekundäre Eigenschaft. Ursprünglich waren wohl alle *Alchimillen* befruchtungsfähig. Dafür spricht die Tatsache, daß alle untersuchten amerikanischen und afrikanischen Arten normalen Pollen haben; ferner die Einrichtungen für Fremdbestäubung (der zum Öffnen einge-

Fig. 199.

Subnivale „fissiforme" Parallelformen montaner Alchimillen
nebst einer „truncaten" Hungerform (I c) und einer Jugendform (VII b). (1/2 nat. Größe.)

Links, mit a bezeichnet, jeweilen die montane Sippe, rechts, mit b bezeichnet, die subnivale Parallelsippe.

I a. *Alchimilla alpina* L. s. str. (=*eualpina* Asch. u. Gr.) Haute Savoie, Mt. Fleury. I b. *A. subsericea* Reuter, ebenda.

I c. *A. subsericea* Reuter, forma *truncata* Buser, reduzierte Ernährungsmodifikation, Cimalmotto, Tessin, leg. J. Braun.

II a. *A. petiolulata* Buser, Salève bei Genf. II b. *A. glacialis* Buser, Paßhöhe der Gemmi (*A. Hoppeana* var. *glacialis*).

III a. *A. pallens* Buser, Waadtländer Alpen, La Narraz (*A. Hoppeana* var. *pallens*). III b. *A. grossidens* Buser (*A. Hoppeana* var. *grossidens*), Unterwallis, Alpes de la Gueulaz oberhalb Finhaut.

IV a. *A. colorata* Buser (*A. montana* var.), Paßhöhe der Gemmi. IV b. *A. intermedia* (Hall. fil.) Clairv. (=*montana* var.), Paßhöhe der Gemmi.

V a. *A. coriacea* Buser (Gruppe der *vulgaris*), Salève.

V b. *A. demissa* Buser, Monte Savoie, Col de Véry 2000 m.

V c. *A. fissimima* Buser, St. Gotthard, als extrem subnivale Form sich anreihend.

VI a. *A. flabellata* Buser (*montana* var.), Zermatt, kult. VI b. *A. radiisecta* Buser, Cognetal.

VII a. *A. alpestris* Schmidt (*vulgaris* var.), Salève. VII b. Sämling derselben. VII c. *A. frigens* Buser (*A. alpestris* var.), Col des Essets, Waadtländeralpen.

Die Blätter von Robert Buser aus seinem Herbar zusammengestellt. (Orig. Phot.)

richtete Bau der Antherenwand, die Narbenpapillen, die Honigabsonderung, der Schauapparat). Alle Blütenbiologen haben begreiflicherweise diese Einrichtungen als zur Bestäubung dienend gedeutet, bevor man etwas von der Apogamie wußte. Daß sie bei den apogamen Formen weiterbestehen, zeigt,

Fig. 200.

Eine vikarisierende Alchimilla der *alpina*-Gruppe (verkleinert).

Alchimilla eualpina Asch. u. Gr. (= *A. alpina* L.), die „silicole“ (kalkfeindliche) Art des Urgebirges der Zentralalpen.

mit welcher Zähigkeit auch nutzlos gewordene Eigenschaften festgehalten werden. Daß auch Insekten die Blüten besuchen, ist nicht zu verwundern; Knuth, Buser und Strassburger wollen zwar keinen regelmäßigen Insektenbesuch gesehen haben.

Noch in anderer Richtung sind die alpinen *Alchimillen* von Interesse: Buser und Cas. de Candolle haben gezeigt, daß die subnivalen Individuen aller Arten in gleicher Richtung von denen der Ebene verschieden sind. Sie zeigen erstens eine auffallende Ähnlichkeit ihrer Blätter mit denen der *A. fissa*,

Fig. 201.

Eine vikarisierende Alchimilla der *alpina*-Gruppe (verkleinert).

Alchimilla Hoppeana (Rchb.) A. u. G., die kalkliebende Art des Kalkalpengebietes und des Jura.

d. h. tief eingeschnittene Spreite und nur vorne, aber dort sehr tief gezähnte Lappen (Fig. 199). Diese „fissiformen“ Varietäten, die eine förmliche „Mimicry“ nach *fissa* bilden und oft mit ihr verwechselt werden, sind aber nicht etwa bloße Standortseinflüsse, sie erhalten sich bei Kultur konstant. Sie kommen als Parallel-Variationen bei verschiedenen Arten vor. Anderseits

zeigen diese subnivalen Formen auch eine anatomische Konvergenzerscheinung: die Gefäßbündel der Blattstiele sind kollateral, während sie bei den Ebenenformen konzentrisch sind. Und endlich bewirken ungünstige Vegetationsbedingungen bei verschiedenen Arten eine parallele Abweichung zur gestutzten Blattform (f. *truncata*); diese ist aber eine reine, nicht erbliche Standortsmodifikation.

Das Interessanteste an diesen subnivalen und Kümmerungs-Abweichungen ist aber die Tatsache, daß sie gleichzeitig jugendlichen Stadien der Normalform entsprechen. Wir haben hier also blühreif gewordene Jugendformen vor uns.[1]) Buser knüpft daran die Hypothese, daß diese Formen auch die primitiveren, älteren seien, daß also eher die *Alchimillen* der Ebene aus denen der Alpen entstanden seien als umgekehrt. Diels bemerkt dem gegenüber mit Recht, daß die Existenz der täglich neu entstehenden, ebenfalls „jugendlichen" *truncata*-Form zeige, daß solche Formen nicht notwendig alt sein müssen.

Die auffallendsten Alchimillen gehören dem Typus der *alpina* an (Fig. 200), ausgezeichnet durch tief 5—9 teilige Blätter, deren Unterseite prachtvoll silberglänzend behaart ist. Der Kontrast der kahlen dunkelgrünen Oberseite und der strahlendweißen Unterseite ist frappant. Sie ist in der Schweiz in zwei nach der Unterlage geschiedenen Unterarten ausgeprägt: die eine ist der **echte alpine Taumantel** (*eualpina* A. u. G., Fig. 201), mit meist 5-, selten unvollkommenen 7-teiligen Blättern und Blütenstielen von der Länge der Blüten und mit oberirdischen Ausläufern; er ist auf trockenen Weiden auf Urgestein durch die ganze Alpenkette die verbreitetste Form. Die andere ist **Hoppes Taumantel** (*A. Hoppeana* [Rchb.] A. u. G.), mit 7—9-teiligen Blättern, längeren Blütenstielen und ohne Ausläufer, auf Kalk von der Bergregion bis in die hochalpine gemein. Beide sind schlimme Unkräuter, vom Weidevieh absolut gemieden und oft ganze Weidestrecken ruinierend (so z. B. auf dem Limmernboden, Kt. Glarus, auf der Schafweide der Fürstenalp). Beide scheuen auch den Schatten des Alpenwaldes und der Drosbestände nicht und kommen öfter mit verpilzten Wurzeln vor.

Über die Allgemeinverbreitung der *A. alpina „sensu latiore"* verdanke ich der großen Freundlichkeit des Herrn R. Buser folgende Originalmitteilung, die der einzig dastehenden Kompetenz dieses Verfassers wegen, und weil sie viel allgemein Lehrreiches enthält, in extenso mitgeteilt werden möge:

„Das Areal der *A. alpina* s. l. teilt sich in 2 Teile, ein nordeuropäisch-arktisches und ein südeuropäisch-alpines Unterareal. Das nördliche Areal umfaßt: Irland (zerstreut), N.-England, Schottland, die Far-Oer, Island, Skandinavien, Nordfinnland und arktisches Rußland, sodann Grönland. Aus Nordwest-Sibirien sah ich die Pflanze nicht; die von Pursh angegebenen Standorte in Nordamerika haben sich nicht erwahrt.

---

[1]) Vergl. Diels, Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich, Berlin 1906, S. 40. Diels nennt sie vegetativ niedere „Helikiomorphien" (d. h. Entwicklungsstadien), die zur Blüte gelangt sind.

„Das südeuropäische Areal umfaßt in erster Linie die Alpen mit ihren Ausläufern: Jura, Apennin (bis Calabrien), Balkangebirge bis Bulgarien und Nordgriechenland, sodann die Gebirge der iberischen Halbinsel, die Pyrenäen und rechtsrhodanischen Gebirge (Cevennen, Auvergne usw.), die Vogesen (2 oder 3 Standorte); Schwarzwald (ein einziger Standort am Feldberg). — Isoliert: Korsika, bithynischer Olymp in Kleinasien (nicht bestätigt haben sich die Angaben von Schott aus Siebenbürgen).

„Wenn die beiden Arealhälften der *A. alpina* an Ausdehnung sich ziemlich gleichwertig sind, so sind sie mit Bezug auf das Pflanzenmaterial so verschieden wie nur denkbar. Im ganzen nordischen Areal ist der Typus *alpina* durch eine einzige Art vertreten, nämlich *A. alpina* L. (flora suecica et Lapponica, sensu stricto).[1])

„Diese „nordische“ *alpina* (im engern Sinn, also gleich *eualpina* nach Asch. u. Gr.) kehrt nun im größten Teil des südlichen Areals wieder, sie ist aber hier nicht isoliert wie im Norden, sondern ich möchte sagen im organischen Kontakt mit zunächst verwandten Arten. Als Endglieder der Reihe, die ich als „*saxatiles*“ bezeichne (um den Namen *alpina* nicht in einfacherm Sinne zu wiederholen) figurieren *A. saxatilis* und *A. subsericea* Reuter, die erste mit vorwiegend meridionalem, die zweite mit subnivalem Areal und Habitus. Die *A. alpina* s. str. stellt sich zwischen beide intermediär ein, fast wie ein Bastard zwischen seine Eltern. *Saxatilis* und *alpina* haben große Areale, schon kleiner ist das der *subsericea* (Ost- und Zentralalpen, fehlt Österreich). Es ist bemerkenswert, daß die isolierten südlichen Vorkommnisse (Korsika, bithynischen Olymp) dieser Serie angehören. — Während nun aber im Norden die *alpina* s. str. ganz isoliert dasteht, Lokalformen davon keine bekannt sind, ist im südlichen Areal die *alpina* mit *saxatilis* und *subsericea* durch eine Reihe zahlreicher vermittelnder Formen, Arten geringerer Individualität in „organischem Kontakt“. . . . Solche Zwischenformen kenne ich heute 13, davon 10 aus den Alpen. Hybrider Ursprung ist beim massenhaften Vorkommen dieser „mindern“ Arten, sowie bei der Apogamie der ganzen Gruppe ganz ausgeschlossen.

„Zu dieser Serie der „*saxatiles*“ kommt aber im südlichen Unterareal noch die ungemein reichere und kompliziertere Serie der *Hoppeana* hinzu. Hiervon existiert im Norden kein Vertreter. . . . An die 8 Hauptformen derselben schließt sich ein ganzes Rudel verwandter Arten geringerer Individualität und kleinerer Areale. Das Ganze bildet so einen ungemein schwierig entwirrbaren Knäuel von ca. 30 Arten, rein für die Alpen und Zubehör. Sie verhalten sich genau gleich wie andere „gute“ Arten: sie sind geographisch, biologisch und morphologisch charakterisierbar.

„Übergänge zwischen den Hauptgruppen der „*Saxatiles*“ und der „*Hoppeanae*“ kommen nicht vor. Im großen ganzen sind die „*Saxatiles*“ Urgebirgs-, die *Hoppeanae* Kalkpflanzen; Sexualität hat sich nur bei den subnivalen Vertretern der *Hoppeanae* erhalten, während die mehr xerophilen „*Saxatiles*“ zu den sexuell am meisten reduzierten *Alchimillen* gehören. . . .

„Es ist nun klar, daß im Moment, wo Christ seinen Spekulationen über die Herkunft der Alpenpflanzen nachging, er angesichts der *Alchimilla alpina* s. l. etwas perplex war. An Zentralasien ist nicht zu denken, denn östlich des Bereichs von Boissiers Flora orientalis spielen überhaupt *Alchimillen* eine geringe

---

[1]) Die Angaben über das Vorkommen von *A. conjuncta* Bab. in Nord-England und Schottland entsprangen einem Gärtner-Humbug (Anm. v. R. Buser).

Rolle. Arten aus der Gruppe der *alpina* gibt es östlich vom Kaukasus überhaupt keine, sie sind also in Europa „endemisch". Ob aus dem Norden, ob aus den Alpen stammend, das getraute Christ sich nicht zu entscheiden, weil eben die beiden Areale sich so ziemlich die Stange halten.

„Heute liegt die Fragestellung anders, aus den oben angedeuteten Gründen. Es stehen sich gegenüber: im nordischen Areal eine Art, im südeuropäischen deren 30—40." (Nun weist Herr B. auf das eminent Hypothetische der pflanzengeographischen Spekulationen über Florengeschichte hin. Er gibt das Folgende unter allem Vorbehalt, als Versuch, aus den bekannten Fakten Schlüsse zu ziehen, ist sich aber genau bewußt, daß sich „über die Fakten hinaus nicht das geringste davon beweisen läßt".)

„Die *Alpinen* sind ein ureigenes Stück der europäischen Flora. Die Gruppe der „*sericeae*" ist im pontischen Gebiet „endemisch". Von den beiden Gruppen der *Saxatiles* und der *Hoppeanae* halte ich die *Saxatiles* für die ältere, weil sie 1. morphologisch einfacher ist, 2. sexuell völlig reduziert ist, weil sie 3. in den Gebirgen die innern Teile bewohnt, sich als Silikatpflanze geriert, 4. weil die südlichsten und isoliertesten Vorkommnisse (Korsika, bithynischer Olymp) zu Formen dieser Gruppe gehören, wodurch sie schon einen mediterranen Anstrich bekommt. Die morphologisch einfachste Form, die nach geläufiger Sprechweise die „älteste" wäre, ist *A. saxatilis* (5 Blattabschnitte, an der *f. truncata* deren 3, die kleinsten Blüten, in entfernte Knäuel plaziert, die habituell an *Aphanes* erinnern, große Konstanz bei weitem Areal).

„Eine der Arten der Gruppe (*A. alpina* L. s. str.) ist in unabsehbarer Vergangenheit, jedenfalls in präglazialer Zeit, zu einer weiten nördlichen Verbreitung gelangt und hier, isoliert, sich gleich geblieben, während die verwandten Formen im Süden, im organischen Kontakt geblieben, bis zur Bildung kleiner und wenig verbreiteter Lokalrassen vorgeschritten sind.

„Die Gruppe der *Hoppeanae* halte ich für spätern Ursprungs, einer jüngern Erdperiode angehörig. Es sind alles kräftigere, weniger xerophile Arten, mit matteren Farbentönen, morphologisch entwickelter (ein Blattabschnittpaar mehr da); die Infloreszenz aufgelockerter, teilweise noch sexuell (so deren subnivale Vertreter) und der Hauptsache nach Bewohner der um die Urgebirgskerne herum sich erhebenden Kalkketten. Das Hauptgewicht der Gruppe liegt in den West- und Zentralalpen; spezifisch ostalpine Arten gibt es wenige."

Der **kahlste Taumantel** (*A. glaberrima* Schmidt = *fissa* Schummel), durch bläuliche Färbung und vollkommene oder nahezu vollkommene Kahlheit von Stengel und Blättern und die eigenartige Blattform ausgezeichnet, ist von der Bergregion bis in die nivale Zone (dort häufiger) auf steinigen Weiden, aber auch berieseltem Schutt ganz allgemein verbreitet (Wallis bis 3150 m, Glarus bis 2450 m, Bünden bis 2900 m, Fuorcla Murail, Braun, Bayern bis 2300 m); sein Gesamtareal erstreckt sich über die mitteleurasiatische Gebirgsaxe von den Pyrenäen bis zum Kaukasus.

Der **behaarte Taumantel** (*A. pubescens* Lam.) ist eine stets dem Boden angeschmiegte, ihre Blätter flach ausbreitende graugrüne xerophile Art kurzrasiger, magerer, trockener Weiden, durch die dicht sammetige Behaarung aller Teile sehr gut charakterisiert, von der montanen Region bis 3000 m (Wallis) ansteigend. Das Gesamtareal erstreckt sich durch

die ganzen Alpen, Pyrenäen, Apennin, Balkan, Kaukasus, Kleinasien, Sibirien, Persien, Turkestan und Nordeuropa.[1])

Der **gemeine Taumantel** (*A. vulgaris* L.) ist ein ungeheuer vielgestaltiger Typus, der von der Ebene bis 2500 m steigt und in den ganzen Alpen, in fast ganz Europa, auch im arktischen Gebiet, im Kaukasus, Sibirien, in Nordamerika und Grönland verbreitet ist.

§§ 3. Die Sieversie.

Die **Berg-Sieversie** [*Sieversia montana* (L.) Sprengel = *Geum montanum* L., Berg-Nelkenwurz, Taschenflora Tafel 22 Fig. 11] gehört wie die meisten Potentillen zu den bodenständigen Rosettenpflanzen des festen geschlossenen Rasens der Alpweiden; ihr aufstrebender immerhin bis 40 cm hoher Stengel ist von einer großen gelben Blüte gekrönt; die Frucht gleicht sehr der Perücke der Anemone, dem „wilden Mann“, nur sind die feinen Härchen der Griffel von einem eigenartig rötlichen Schimmer. Die Blüten, deren Durchmesser zwischen 20—40 mm variiert, sind mehrweniger protogyn; rein männliche Blüten neben zwittrigen am gleichen Stock (Andromonoecie, bis 20 %$_0$ betragend) und rein männliche Stöcke (Androdioecie, bis 50 %$_0$) kommen vor. Sie werden von zahlreichen Insekten, besonders Fliegen besucht. Eine Raubspinne scheint das auch zu wissen: man findet häufig eine solche in den Blüten sitzend, auf Fliegen lauernd und sie verzehrend. Die Pflanze ist alpin-nival: Wallis 1700—2800 m, Bünden bis 2730 m, St. Gallen bis 2400 m, Bayern 1550—2300 m. Sie ist in der ganzen Alpenkette häufig, und greift auf Jura, Sudeten und Harz,[2]) Pyrenäen, Karpathen und Korsika über, gehört also geographisch zum mitteleuropäisch-alpinen Element.

§ 13. Die Wegerichgewächse (*Plantaginaceen*).
Gattung *Plantago* (Wegerich).

Die Wegeriche, die auf den Wiesen der Ebene nur Platzräuber und minderwertige Futterpflanzen darstellen, sind in den Alpen durch zwei der besten Futterpflanzen vertreten, den Alpenwegerich (*Plantago alpina* L.) und den Bergwegerich (*Plantago montana* Lam.).

Der **Alpenwegerich**, das beliebte „Adelgras“ oder „Ritz“ (in Bayern „Reitz“), (Taschenflora Tafel 26 Fig. 2 u. Textfigur 202) treibt seine dicke, senkrecht absteigende Pfahlwurzel oft bis einen Meter tief in den

---

[1]) Eine sehr eigenartige Unterart ist die von Christ entdeckte *A. splendens* Christ (Savoyen, Unterwallis, Bern, St. Gallen, auf Kalk; Pyrenäen), die scheinbar zwischen *alpina* und *vulgaris* die Mitte hält, aber sicher kein Bastard ist.

[2]) Auf dem Brockengipfel, vielleicht ursprünglich angepflanzt.

Weideboden. Diese Tiefwurzligkeit verschafft ihr einen Vorteil über andere flachwurzlige Weidebewohner: wo durch den ätzenden Harn des Viehs der Rasen durch Abtötung der oberflächlichen Wurzeln stellen-

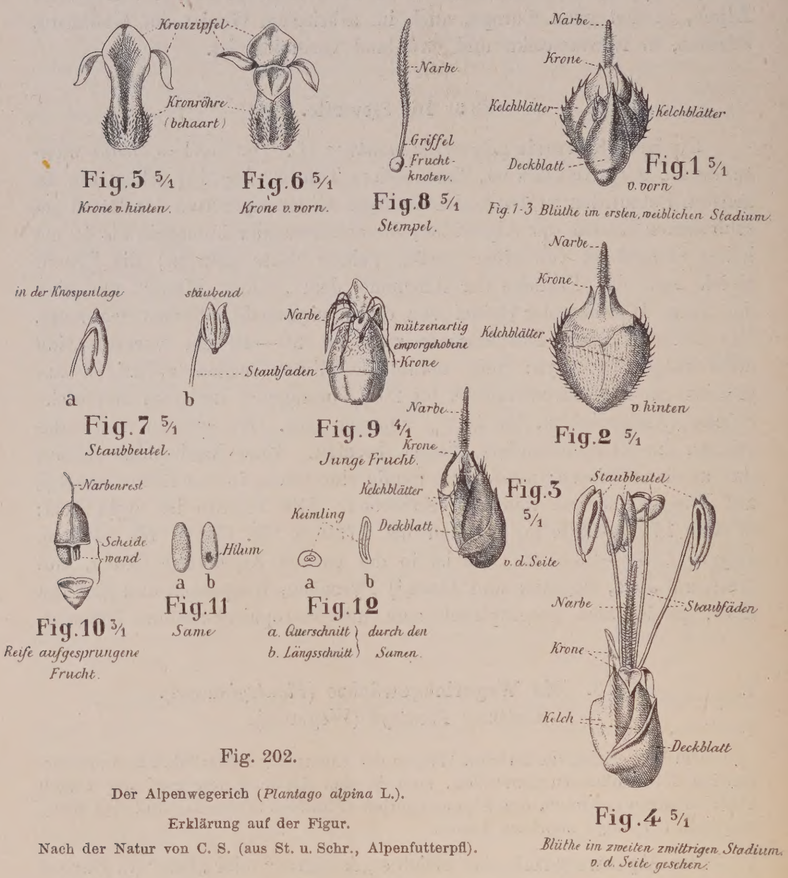


Fig. 202.

Der Alpenwegerich (*Plantago alpina* L.).

Erklärung auf der Figur.

Nach der Natur von C. S. (aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl).

weise völlig verbrannt ist, da grünen die Büsche des Alpenwegerichs fröhlich weiter; ähnlich bei großer Trockenheit. Nach oben geht die Pfahlwurzel in einen vielästigen Wurzelstock über, der bis 60 kurze, dicht gedrängte Einzeltriebe zählen kann, ein niedriges, halbkugliges Polster darstellend. Der Wurzelstock enthält nach SCHELLENBERG als Reservematerial Hemicellulose, als Verdickungsschicht der Zellwandungen

abgelagert. Die Rhizomäste sind schwärzlich vom Haufwerk der verwitterten Fasern und Häute der alten Blätter. Entfernt man dasselbe, so kommen zahreiche Knospen zum Vorschein, welche die starke, an ein Gras erinnernde Bestockungsfähigkeit der Pflanze bedingen. Die schmalen, ebenfalls grasartigen 2—15 cm langen und 2—7 mm breiten gräulichgrünen Blätter bilden eine gedrängte bodenständige Rosette an unbegrenzt weiter wachsenden Achsen; die Blütenstengel (höchtens 20 cm hoch!) sind seitlich. Die Blätter sind etwas fleischig, dicklich, in frischem Zustand nervenlos, aber deutlich punktiert. Die Blüten (Fig. 202) sind stark protogyn und windblütig, werden aber auch von zahlreichen pollensammelnden Insekten besucht; sie stehen an steif aufrechtem und stets aufrecht bleibendem Schaft von 2—20 cm Länge in einer dicht gedrängten walzlichen Ähre, die aber bei hochalpinen Exemplaren zu einem kurzen Köpfchen reduziert sein kann (var. *capitellata* DC.).

Der Alpenwegerich ist ein häufiger Weidebewohner auf gutem, reichem, tiefgründigem Boden, ein sicherer Indikator einer guten Weide, mit Vorliebe für kalkhaltigen Schieferboden. Er fehlt aber auch auf kurzrasigen Mähdern nicht: so bildete er auf einem solchen auf dem Gipfel des Montalins bei Chur bei 2263 m 23 % des Rasens, an anderen Stellen der halbschürigen Schanfigger Heuberge 18—20 %.

Seine Höhenverbreitung bewegt sich von der subalpinen bis zur Nivalregion (Wallis-Mittel 1500—2500 m, Minimum 1300 m, Maximum 3000 m, Berneroberland 1400—2600 m, Glarus 1380—2270 m, Bünden 1000—2760 m, Bayern 1300—2200 m, im Allgäu).

Unmittelbar nach der Schneeschmelze sprießen die hellgrünen glänzenden Blätter hervor, kleine Rosetten bildend, auf denen die rötlichen Ährenknospen sitzen; ringsherum strahlen die vorjährigen, vom Schnee auf den Boden festgepreßten verdorrten Blätter. Bei 460 m (Zürich) blüht die Pflanze Ende April, auf der Sandlingalpe Mitte Mai, auf der Fürstenalp 1782 m anfangs Juni. Bei Kultur in der Ebene gedeiht die Pflanze vortrefflich und verändert ihren Habitus gar nicht.

Sie ist eine altberühmte treffliche Weidepflanze. „Sie ist auf den gesamten Alpen und den höchsten Gipfeln des Jura gemein und wird „Nadelgras“ genannt von den Älplern, welche diejenigen Weiden am höchsten schätzen, auf denen sie häufig ist“, sagt schon Albrecht von Haller 1768. Trotz der kleinen, dem Boden aufliegenden Blätter findet man auf der Weide jede Rosette vom Vieh angebissen. Der Nährstoffgehalt ist ein sehr hoher, und die Pflanze hat ein eigenartiges, dem Schabzieger ähnliches Aroma, das sich besonders beim Trocknen entwickelt. Die Blütenstengel werden vom Vieh, auch den Schafen, stehen gelassen, so daß eine reichliche Versamung stattfindet, die um so ergiebiger ist, als der Samen reichlich keimt (87 %). Die Reservenahrung

des Nährgewebes ist auch hier in den verdickten Zellwänden in Form von Reservezellstoff aufgespeichert.

In den Alpen nimmt *P. alpina* von der Schweizergrenze an an Häufigkeit ab; in Bayern geht er nur bis zur Lechlinie, in Österreich findet er sich nur noch spärlich in Tirol und Salzburg; außerhalb der Alpen tritt er in Spanien, auf den Pyrenäen, in der Auvergne und im Jura auf. Er gehört also geographisch zum mitteleuropäisch-alpinen Element, genetisch weist er nach Süden, wo seine Verwandten besonders zahlreich sind.

Nahe verwandt ist der **Schlangenwegerich** (*Pl. serpentina* Villars) mit schmäleren Blättern, längeren Ähren, späterer Blütezeit, von vorwiegend südalpiner Verbreitung (Wallis, Tessin, Misox, Engadin, Tirol) und der Seestrand-Wegerich (*Pl. maritima* L.).

Der **Bergwegerich** (*P, montana* Lamarck, Taschenflora Tafel 26 Fig. 3) ist durch stark längsnervige Blätter, kahle Kronröhre, kuglige schwärzliche Blütenstände auf zuletzt niederliegendem Schaft und ganz anderen Samenbau verschieden[1]). Seine Pfahlwurzel ist nicht so kräftig, seine Stöcke sind nicht so ausgebreitet wie die des Alpenwegerichs. Seine Standorte sind dieselben, seine Höhenverbreitung weniger ausgedehnt (Wallis 1500—2400 m, Berneroberland und Bünden 2600 m, Glarus 2270 m, Bayern 1000—2150 m.

Das Gesamtareal erstreckt sich auf Pyrenäen, Cevennen und Sudeten und Karpathen (selten!), illyrisches Hochgebirge und Griechenland bleibt also immerhin mitteleuropäisch-alpin.

Eine nahe verwandte Art, der **bräunliche Wegerich** (*Pl. fucescens* Jordan = *sericea* Bert.) mit fast seidig-zottigen Blättern und höherem Stengel, bewohnt die Westalpen bis zum Wallis.

§ 14. Die Schirmblütler oder Doldenpflanzen (*Umbelliferen*).

Die Doldenpflanzen treten in der Wiesenflora der Alpen viel weniger hervor als in der Ebene. Hier oft ausgedehnte, fast reine Umbelliferenwiesen, mit auffallend großen, leuchtenden Dolden: dort, über der Baumgrenze vereinzelte Stöcke mit unscheinbaren kleinen Dolden, meist rötlich überhaucht. Auch im wirtschaftlichen Wert ist ein bedeutender Unterschied zu konstatieren, im Unterland minderwertige Futterpflanzen (*Anthriscus silvestris*, *Chaerophyllum*, *Heracleum*), grobstenglig, platzraubend, verdämmend: auf den Alpen die geschätztesten Futterkräuter.

---

[1]) Vergl. die ausführliche Darstellung in St. u. Schr., Alpenfutterpfl. S. 167. Auch in der Kultur zeigen sich die beiden Arten sehr verschieden: *alpina* bleibt klein, *montana* dagegen wird breitblättrig, üppig, hoch; die Köpfe „wachsen durch", erzeugen am Ende ein Büschel Laubblätter. Niemals aber geht, wie vielfach behauptet wurde, der Bergwegerich bei Kultur in den Spitzwegerich über.

Die verbreitetste und wirtschaftlich wichtigste Wiesen-Umbellifere der Alpen ist **die Muttern** [*Ligusticum mutellina* (L.) Crantz = *Meum mutellina* Gärtner, Taschenflora Tafel 26 Fig. 1, und Textfigur 203].[1]) Die unterirdische Entwicklung ist wie bei vielen Alpenpflanzen eine im Verhältnis zur oberirdischen sehr bedeutende. Die bis meterlange Pfahlwurzel geht nach oben in einen vertikalen Erdstamm über, der tief im Boden sich in eine große Zahl von unterirdischen Kriechtrieben teilt, die nach allen Seiten ausstrahlen, schließlich sich aufrichten und je einen oberirdischen blühenden Spross erzeugen. An den Knoten der Kriechtriebe sitzen bald abfallende, scheidige Niederblätter, die in ihren Achseln Knospen tragen, so daß die unterirdischen Teile zahlreiche schlafende Augen erzeugen, ein ganzes Heer von Ersatzknospen, bereit, für abgestorbene Blütensprosse einzutreten. So besitzt die Muttern ein ganz erhebliches vegetatives Wanderungs- und Vermehrungsvermögen; das erklärt auch den geselligen Wuchs, mit dem sie oft weite Flächen in dichtem Schluß überzieht.

Die oberirdischen Triebe sind am Grunde mit einem schwarzen Faserbüschel umgeben, aus den Gefäßbündeln der verwitterten Blattscheiden bestehend. Sie tragen ein grundständiges, 3—4fach fiederschnittiges Laubblatt, endigen in einen Blütenstengel und erzeugen eine Seitenknospe, die nach dem Absterben des Fruchtstengels die Fortsetzung des Triebes für das nächste Jahr übernimmt; das 2. und 3. grundständige Blatt gehört dieser Seitenknospe an (sympodiale Entwicklung). Auf sonniger offener Weide höherer Lagen wird der Stengel nur 15 cm, die Blätter 8—10 cm hoch; an schattigen frischen Lagen zwischen Alpenerlen kann der Stengel noch bei 1900 m eine Höhe von 80 cm, die Blätter über $^1/_2$ m erreichen.[2])

Die Blüten stehen in zusammengesetzten Dolden, ohne Hochblätter am Grunde (Fig. 203, 1). Es finden sich Zwitterblüten (Fig. 203, 3) und rein männliche Blüten (Fig. 203, 4). Meist sind die untern Dolden rein männlich, also steril, die Enddolde allein enthält Zwitterblüten, daneben aber auch in der mittleren Zone jedes Einzeldöldchens männ-

[1]) Der Beliebtheit bei den Sennen und dem allgemein verbreiteten Gebrauch als Heilmittel und aromatisierendes Mittel für Liköre entspricht die große Zahl von Volksnamen: „Muttere, Mutternä, Mutteri in der deutschen Schweiz; Madana, Mataun, Medaun, Bedaun, Badam, Pedaun, Gopritz, Kopritz, Rotfenchel, Roter Bärenfenchel (Tirol), Almspornat, Pessat (Vorarlberg), Mardaun (Algäu), Berrkraut (Salzburg), Almgrau, Bechkraut (Niederösterreich), Mutterina (Tessin), Mutellina (Italien), Mutteline (roman. Schweiz).

[2]) Nach dem Bau der Blätter kann man nach Beauverd (Bull. herb. Boiss. Tome III 1903, p. 157) unterscheiden var. *genuinum* Rouy et Camus und var. *adonidifolium* Gay (Westalpen, Seealpen), mit der kleinwüchsigen Untervarietät *pachypleurifolium* Beauverd. — Die var. *elatius* R. et C. entspricht der obenerwähnten üppigen Form.

liche Blüten. Selten kommen rein männliche Stöcke vor. (Bis jetzt nur vom Verfasser am Sustenpaß beobachtet.) Die Zwitterblüte ist stark proterandrisch: zuerst richtet sich ein Staubgefäß nach dem andern auf, entleert seinen Blütenstaub, biegt sich wieder abwärts und fällt zuletzt ab. Erst wenn alle längst verstäubt und abwärts gebogen sind, beginnen die zwei bis dahin zusammengelegten Griffel zu spreizen und

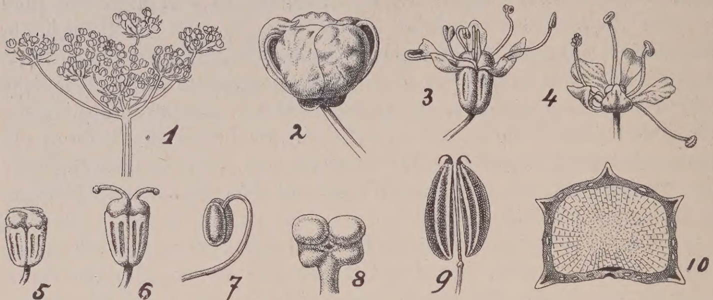


Fig. 203.

Die Muttern (*Ligusticum Mutellina* [L.] Crantz).

1 ($^1/_1$). Dolde in Knospe (keine Hülle von Hochblättern am Grunde!). 2 ($^{10}/_1$). Blütenknospe; Staubgefäße einwärts gebogen. 3 ($^5/_1$). Zwitterblüte im ersten männlichen Stadium; Griffel aufgerichtet, aber Narben noch nicht entwickelt. 4 ($^5/_1$). Männliche Blüte im vollen Stäuben. 5 ($^5/_1$). Stempel aus der Zwitterblüte beim Beginn des Blühens; Griffel noch niederliegend. 6 ($^5/_1$). Junge Frucht. 7 ($^{10}/_1$), Staubgefäß in der Knospenlage. 8 ($^{10}/_1$). Stempel einer männlichen Blüte; der Fruchtknoten ist verkümmert, aber das honigabsondernde Griffelpolster ist erhalten geblieben. 9 ($^3/_1$). Reife Frucht, aus zwei Teilfrüchtchen bestehend, welche an einem gespaltenen Fruchtträger hängen. 10 ($^5/_1$). Reifes Teilfrüchtchen im Querschnitt.

(Nach der Natur von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

die Narben werden belegungsfähig (siehe Fig. 203, 3, 5, 6). Eine Selbstbestäubung innerhalb derselben Blüte ist also ausgeschlossen. Die Honigabsonderung findet auf den fleischigen Griffelpolstern statt; sie dauert in den verschiedenen Blüten genau so lang, als die Insekten etwas ausrichten können: bei den männlichen hört sie mit dem Verstäuben auf,[1]) bei den zwittrigen dagegen dauert sie fort, weil ja noch die Narben mit Pollen zu belegen sind.

Wie alle Doldenblütler, so zieht auch die Muttern mit ihrem offen daliegenden Honig und ihren unscheinbaren Blüten sehr zahlreiche Insekten aus niedern, wenig „blumentüchtigen“ Gruppen an: Müller

---

[1]) Bemerkenswert ist, daß in den männlichen Blüten gerade dasjenige Organ des sonst ganz verkümmerten Stempels übrig bleibt, das auch für die männliche Blüte von Nutzen ist: das Griffelpolster! (Fig. 203, 8).

beobachtete 51 verschiedene Arten, darunter 5 Käfer und 32 Fliegen, 5 Hautflügler und 9 Falter. Die Pflanze setzt denn auch meist reichlich Frucht an (Fig. 203, 9). Im Herbst gesät, keimt der Same im nächsten Frühling, und die Pflanze entwickelt sich sehr langsam, so daß sie erst im 3. Jahre blütereif wird.

Die jährliche Entwicklung der Muttern setzt unmittelbar nach der Schneeschmelze ein; sie blüht Mitte Juli bis Mitte August (Zürich 460 m am 26. Mai, Fürstenalp 1870 m Mitte Juli, im schattigen Zapporttal 1700 m am 23. August).

Die Muttern findet sich an sehr verschiedenen Standorten: vorzugsweise in der Wiesenflora, auf Weiden, Magermatten, Fettmatten, Wildheustellen, in Schneetälchen, aber auch in der Alpenheide und im Alpenerlengebüsch. In fast reinem Bestande überzieht sie feuchte gut gedüngte Stellen alpiner Mähewiesen: so beim Julierberghaus bei 2220 m (68 %), in kleinen Mulden an den sonnigen Schanfiggerheubergen auf Bündnerschiefer bei 2200 m, an künstlich bewässerten Stellen ebenda, im Val Sertig bei Davos usw.

Auch in Schneetälchen ist sie manchmal dominierend; die Humuspolster auf den Hügelchen ausgetretener Weiden durchspinnt sie mit ihren Kriechtrieben; aber auch ganz humuslosen Gneisgrus kann sie in fast reinem Schluß überziehen (am Lucendro-See, Gotthardgebiet). Humus verlangt sie also nicht, wohl aber einen tiefgründigen, bindigen, frischen Boden: sie ist neben *Plantago alpina* der beste Indikator für einen trefflichen Boden; ihre beste Entwicklung findet sie wie *Plantago* im frischen Mergelboden, ist aber durchaus nicht kalkstet. Im illyrischen Hochgebirge bevorzugt sie sogar das Urgebirge (wohl wegen der größeren Feuchtigkeit); auch in der Dauphiné (nach Bonnier). Für Düngung und Wässerung ist sie sehr dankbar.

Ihre mittlere Höhenschicht liegt in den Schweizeralpen zwischen 1600 und 2400 m. Folgende Höhenzahlen mögen angeführt werden: Wallis 1600—2800 m, Berneroberland 1700—2600 m, Glarus 1500 bis 2500 m, Bündnerland 1400—2770 m, St. Gallen von 1350 m an, Schwarzwald 900—1450 m, Bayern 1570—2340 m, bayrischer Wald 924—1460 m, am Arber im Böhmerwald von 1050 m an bis 1400 m, in Niederösterreich von 1583—2072 m, in Siebenbürgen von 1583 bis 1900 m, in der Auvergne von 1200—1850 m.

Es zeigt sich daraus, daß das gegenwärtige Schwergewicht der Höhenverbreitung in der subalpinen Region liegt; die Pflanze paßt sich auch sehr leicht den Vegetationsbedingungen der Ebene an und gedeiht in Kulturen trefflich. Ob sie von der alpinen Region aus allmählich herabgestiegen ist oder umgekehrt, läßt sich kaum entscheiden; ihre nächste Verwandte, *Ligusticum athamanticum*, hat allerdings noch stärker ausgeprägte tiefe Verbreitung.

Das Gesamtareal der Muttern erstreckt sich über die mittel- und südeuropäischen Gebirge von der Auvergne bis zur Balkanhalbinsel. (Auvergne, Corsica, Sardinien, Vogesen, Schwarzwald [im Jura nicht!], Alpen, Sudeten, Riesengebirge, mährisches Gesenke, Karpathen, Banat, Rumelien, Bosnien, Montenegro, Albanien, Makedonien, Serbien.) Ihr Verbreitungstypus ist also mitteleuropäisch-alpin. Die genetischen Beziehungen sind wegen der schwankenden Gattungseinteilung der Umbelliferen nicht so klar, um daraus einen Schluß auf die Herkunft ziehen zu können. Immerhin sind alle europäischen Arten der Gattung *Ligusticum* mediterran.

Wie schon bemerkt, gehört die Muttern zu den geschätztesten Futterpflanzen der Alpen, sowohl auf der Weide wie auf der Mähewiese; sie ist nährstoffreich, aromatisch und ertragsreich, wächst rasch wieder nach, und wird vom Vieh begierig aufgesucht, namentlich im jungen Zustand; sie wird freilich rasch trocken. Das Mutternheu hat einen balsamischen Geruch. Die Kühe suchen die Mutternweide als erwärmendes Futter auf, wenn sie sich durch verregnetes Futter den Magen erkältet haben.

Das kräftige Aroma des Wurzelstocks bedingt dessen mannigfache Verwendung als Arzneimittel, aber auch als Bestandteil mancher Liköre.

In den Sprüchlein und Sagen der Älpler spielt die Muttern eine wichtige Rolle.

„B'hüt mir Gott Muttern und Ritz
Vom Rhi bis auf die höchste Spitz"

betet der Bündner Senn. Und von manchen verwilderten Alpen heißt es, daß sie früher voll Muttern gewesen seien, die aber vom Herrgott zur Strafe für ein Vergehen der Älpler in „Fideri" (Renntierflechte) verwandelt wurden.

Ganz aussgesprochen hochalpine Natur hat der **einstenglige Liebstock** (*Ligusticum simplex* [L.] Allioni = *Pachypleurum* s. Rchb. = *Gaya* s. Gaud.) eine niedrige, höchstens 10 cm hohe unscheinbare Dolde, von der sehr ähnlichen Muttern durch das Vorkommen eines Kranzes von Hochblättern (Hülle, *involucrum*), am Grunde der Gesamtdolde leicht zu unterscheiden; sie ist, wenn auch weniger aromatisch, ebenfalls eine gute Futterpflanze. In Wallis findet sie sich von 1900—3900 m, im Waadtland und im Berneroberland bis 3000 m, Glarus von 1900—2800 m, in Bünden von 2300—2951 m, in St. Gallen und Appenzell von 1900 m an, in Bayern von 2000—2570 m. Sie ist außer in den Alpen auch in den Karpathen, Ural, Altai und Ostarktis verbreitet, also von alpin-arktisch-altaischem Verbreitungstypus.

Durch die weißen, sternförmig ausgebreiteten, eine große Einzelblüte vortäuschenden Hüllblätter der Dolde sind die Sterndolden (*Astrantia*)[1]) ausgezeichnet; sie sind auch die einzigen Dolden unserer Alpen, die

---

[1]) Vergl. Stur, Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Astrantia.* — Sitz.-Ber. d. k. Ak. d. Wissenschaft in Wien, math.-nat. Kl., Bd. 40, 1860, S. 459, mit Verbreitungs-Karte.

einen deutlichen Kelch an der Einzelblüte besitzen. Die **große Sterndolde** (*A. major* L., Taschenflora Taf. 21 Fig. 12) ist eine vorwiegend montane und subalpine Wiesen-, Gebüsch- und Bergwaldpflanze Mitteleuropas, im Schutz der Legföhren und Alpenerlen die Holzgrenze überschreitend (St. Galleralpen und Glarus bis 2000 m). Die **kleine Sterndolde** (*Astrantia minor* L.) mit ungemein zierlichen Sternen und fein zerschnittenen Grundblättern, ist eine kalkmeidende Bewohnerin steiniger Weiden und Mähewiesen des Urgebirgs von 800—2500 m (Wallis 860—2500 m, Berneroberland 1000—2360 m, im Adulagebiet von 350 bis 2300 m, Glarus 1950—2000 m) und von mitteleuropäisch-alpinem Verbreitungstypus (Pyrenäen, Lozère, Alpen, kurz vorwiegend westlich, klingt in Tirol aus!) PAMPANINI rechnet sie zu seinen „espèces alpines-pyrénéennes", mit wahrscheinlichem Ursprung in den Westalpen, einem präglazialen alpinen Typus entsprechend, der schon damals in mehrere Repräsentationsformen zersplittert war. In den Südalpen und in Bayern wird sie ersetzt durch die etwas breitblättrigere *A. bavarica* F. Sz. (= *gracilis* Bartling) in Südsteiermark, Kärnten, Krain und Kroatien findet sich daneben die endemische *A. carniolica* Wulfen.[1])

An diese typisch-alpinen Dolden reihen sich mehrere, die aus der Ebene oder aus der Waldregion bis zur Baumgrenze und etwa auch etwas darüber steigen.

Das **rauhhaarige Laserkraut** (*Laserpitium panax* Gouan = *hirsutum* Lamarck = *Halleri* Allioni), durch äußerst fein zerteilte Blätter ausgezeichnet, bewohnt sonnige, magere, steinige Mähewiesen und Weiden des kalkarmen Gesteins: Provence, Dauphiné, Schweiz (Wallis 1300—2500 m, Berneroberland, Uri, fehlt Glarus, St. Gallen, Appenzell, ebenso Bayern), klingt in Tirol aus, mit östlicher Exklave in Krain und südlicher in Korsika. Sonst fehlt die Pflanze in Europa, ist aber im westlichen Nordamerika verbreitet. CHRIST leitet sie von dort her.

Das **breitblättrige Laserkraut** (*Laserpitium latifolium* L.) bewohnt schaarenweise die Mähewiesen vom Typus der Horstsegge, im Herbst durch seine vergilbenden Blätter weite Strecken färbend.

Villars Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum* L. ssp. *Villarsii* [Koch]) spielt auf den Fettmatten der Koniferenregion dieselbe Rolle, wie *Anthriscus silvestris* in der Ebene; er stammt aus den Karfluren, die er im Wallis bis 2350 m bewohnt.

Der **Kümmel** (*Carum carvi* L.) ist ebenfalls eine außerordentlich verbreitete montane und subalpine Wiesenpflanze, mit der Höhe seine weißen Blüten mehr und mehr rötend. Dasselbe gilt von der **großen Geißleiter** (*Pimpinella magna* L.), die in einer prachtvoll rot gefärbten Abart (*v. rubra* Hoppe) die Alpwiesen bewohnt. Bei beiden ist die Rotfärbung der Blüte aber nicht reiner Einfluß des starken Alpenlichts:

---

[1]) Die Angaben über *A. minor* aus den Ostalpen (bis zu den julischen A.) beziehen sich wahrscheinlich auf diese vikarisierende Rasse (siehe PAMPANINI, S. 76).

es kommt noch eine individuelle Disposition dazu, denn neben den geröteten finden sich auch rein weiße Exemplare in allen Übergängen. Auch die **Bärenklau** (*Heraclum Sphondylium* L.) steigt mit der Wiesenkultur bis über die Baumgrenze (Wallis 2400 m, St. Gallen 2000 m, Glarus bis 1850 m), meist in der schmalzipfligen Abart *stenophyllum* Briquet.

§ 15. Die Skrofelkräuter (*Scrophulariaceen*).

§§ 1. Die Rhinantheen.[1])

Diese Unterfamilie besteht aus grünen Halbschmarotzern (siehe unten); sie haben alle bunte Lippenblüten; die Oberlippe figuriert als Schutz für Staubgefäße und Honig, die Unterlippe als Anflugplatz; der Pollen ist mehlig, ausstreubar, die in der Oberlippe eingeschlossenen Staubbeutel bilden einen mehr oder minder vollkommenen Streuapparat.

§§§ 1. Die Läusekräuter (*Pedicularis*).

Die Läusekräuter gehören trotz ihres ominösen Namens[2]) zu den schönsten alpinen Wiesenpflanzen: ihre Blätter sind zierlich farnähnlich zerteilt, und die meist reichen und stattlichen Blütenähren prangen in den buntesten Farben (siehe Taschenflora Taf. 10 Fig. 4—10). Wirtschaftlich freilich sind sie Unkräuter in doppeltem Sinn! sie werden ausnahmslos vom Vieh gemieden, und sind außerdem grüne Halbschmarotzer, welche durch Parasitismus den Rasen schädigen. Volkart[3]) hat nachgewiesen, daß alle Arten auf den Wurzeln der Wiesenpflanzen mit Saugorganen (Haustorien) sich festsaugen. Sie entnehmen mit Hilfe derselben der Wirtswurzel teils Wasser und mineralische Nährsalze („hydroparasitische“ und „haloparasitische“ Ausnützung), teils auch organische Verbindungen aus den zerstörten Wurzeln (saprophytische Ausnützung). Dabei ist der Grad und Art der Ausnützung bei den von Volkart untersuchten alpinen Arten in folgender Weise abgestuft:

P. recutita ist starker Parasit, mit Neigung zur Zerstörung der Wirtspflanze; sie kann ganze Stöcke der Rasenschmiele (*Deschampsia caespitosa*) zum Absterben bringen.

P. Oederi: Wasseraufsaugung und Zerstörung halten sich das Gleichgewicht.

P. verticillata L.: Zerstörung schwach, Wasserentnahme gelegentlich stark; sie bewohnt häufig die Blaugrashalde und bildet auf den Wurzeln der *Sesleria coerulea* massenhaft Saugorgane. „Wenn wir die Saugorgane anatomisch untersuchen, so finden wir sie mit langen Schläuchen im Gefäßbündel der *Sesleria*-Wurzel schöpfend; sie haben einen stark

---

[1]) Über diese interessante Gruppe existiert eine Serie sorgfältiger Untersuchungen von Prof. Dr. E. Heinricher in Innsbruck: Die grünen Halbschmarotzer I—IV. — Pringsheims Jahrbücher Bd. 31, 32, 36 und 37, 1898, 1899, 1901 und 1902.

[2]) Sie verdanken ihn der Benutzung einer Abkochung ihres Krautes als Mittel gegen die Läuse der Haustiere.

[3]) Untersuchungen über den Parasitismus der *Pedicularis*-Arten, Dissertat. Zürich 1899.

ausgebildeten Tracheïdenstrang, der den schnellen Wassertransport zwischen Wirt und Parasit vermittelt.“ So erklärt sich die Möglichkeit, daß die gegen Austrocknung gar nicht geschützte Pflanze, welche, kaum dem Boden entnommen, welkt, an einem so trockenen Standort existieren kann.

P. gyroflexa Gaud. und *foliosa* L. sind schwache Parasiten, vorherrschend wasserentnehmend.

P. comosa L. ist relativ selbständig.

In der Auswahl der Nährpflanzen sind die Läusekräuter nicht sehr wählerisch; sie greifen die verschiedensten Wiesenpflanzen an, selbst Kryptogamen. Immerhin zeigen sie eine gewisse Vorliebe für Gräser und Scheingräser; in einzelnen Fällen sogar mit Vorliebe für bestimmte Spezies (*Ped. Oederi* für *Carex firma*, *Ped. recutita* für *Deschampsia caespitosa*, *Ped. verticillata* für *Sesleria coerulea*).

Als „Halb“-Schmarotzer werden sie bezeichnet, weil sie nicht alle ihre Nahrung aus dem Wirt beziehen, wie die chlorophyllosen Ganz-Schmarotzer. Sie sind grün und assimilieren, und zwar, wie VOLKART bei 3 alpinen Arten (*foliosa*, *recutita* und *verticillata*) feststellte, in ganz normaler Weise; ihre Assimilationstätigkeit wird durch den Parasitismus nicht herabgesetzt.

Die *Pedicularis*-Arten führen auf der Unterseite ihrer Laubblätter zahlreiche eingesenkte Schilddrüsen längs der Nerven, die nach GOEBEL wahrscheinlich als Organe für Wasserausscheidung und Absorption dienen („Hydathoden“).[1])

Die Blüteneinrichtung der alpinen Läusekräuter ist eine wunderbar zweckmäßige und hochspezialisierte (Fig. 204). Es sind rote oder gelbe homogame Hummelblumen; die Blüte ist zweilippig, die schmale, fast geschlossene Oberlippe birgt und schützt die Staubgefäße; die meist schräg gedrehte Unterlippe figuriert als Anflugplatz für die Hummeln. Die Schrägstellung ermöglicht es der Hummel, ihren Kopf, der etwas breiter ist als hoch, ohne Drehung ihres Leibes bequemer in den engen Blüteneingang einzuführen. Der Hummelrüssel wird durch eine Rinne der Unterlippe zum Honig geführt, der am Grunde der Kronröhre von einem einseitigen Nektarwulst des Fruchtknotens abgesondert wird. Während die Hummel ihren Kopf in den Blütenschlund einzwängt, veranlaßt sie ein Auseinanderweichen der Oberlippenränder und damit zugleich ein Bestreuen ihres Rüssels mit Pollen („Streuvorrichtung“!) Der mit Pollen bepuderte Hummelrücken kommt bei einem zweiten Besuch mit der aus der Oberlippe vorragenden Narbe in Berührung und bewirkt so Fremdbestäubung. Bleibt dieselbe aus, so erfolgt in manchen Fällen Selbstbestäubung durch den aus den erschlaffenden Staubbeuteln von selbst herausfallenden Pollen, der in der immer nach unten gebogenen Endröhre der Oberlippe auf die Narbe herunterkollert.

Bei verschiedenen Arten wird freilich der Honig auch durch räuberischen Einbruch gewonnen, so bei *tuberosa* und *foliosa*, während bei

---

[1]) HOVELACQUE, Recherches sur l'appareil végétatif des Bignoniacées, Rhinanthées, Orobanchées et Utriculariées, Paris 1888. GOEBEL, Über d. biologische Bedeutung der Blatthöhlen bei *Tozzia* und *Lathraea*. Flora 1897.

verticillata nach Beobachtungen von MÜLLER die Hummeln vergebliche Einbruchsversuche machen.

Im hohen Norden haben eine Anzahl von Arten sich der Selbstbestäubung angepaßt; so u. a. die *Pedicularis lanata*, auf Spitzbergen, wo ihre normalen Bestäuber, die Hummeln, fehlen. Die Antheren sind

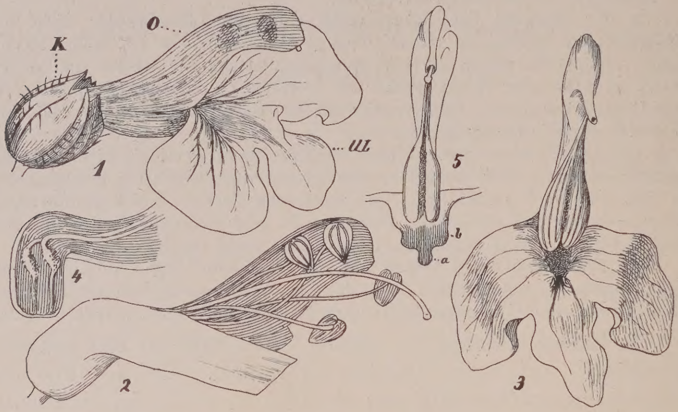


Fig. 204.

Die Bestäubungseinrichtungen des wirtelblättrigen Läusekrauts.
(*Pedicularis verticillata* L.)

1. Blüte von der Seite; K=Kelch, O=Oberlippe (die Staubbeutel schimmern durch!), UL=Unterlippe, schräg gestellt. 2. Krone z. Teil aufgeschnitten, um die 4 Staubgefäße zu zeigen. 3. Blüte von vorn. 4. Unterer Teil der Kronröhre mit dem Knie, das gegen Honigraub schützt. 5. Oberlippe und Blüteneingang, quer durchschnitten: a enger Eingang, b weiter Eingang. (Nach MÜLLER-LIPPSTADT.)

so vollständig von der Oberlippe eingeschlossen, daß kein anderes Insekt außer der Hummel kräftig genug ist, um einen normalen, Kreuzung bewirkenden Besuch zu machen. Es krümmt sich hier zuletzt der Griffel soweit zurück, daß Narbe und Antheren einander berühren. Wenn sich das Fehlen von Hummeln auf Spitzbergen bestätigt, so liegt also hier der Fall vor, daß eine Art zahllose Generationen hindurch sich selbst befruchtet haben muß, ohne Einbuße an Samenertrag und Lebensfähigkeit der Nachkommen zu erleiden! (LOEW).

Wir können hier die zahlreichen Arten nur kurz anführen: sie sind alle düngerfliehende Unkräuter von mittlerem Feuchtigkeitsbedürfnis.

Das **wirbelblättrige Läusekraut** (*Pedicularis verticillata* L., Taschenflora Taf. 10 Fig. 10), von allen alpinen Arten durch die wirtelständige Stellung der Blätter scharf unterschieden, bewohnt Weiden, Mähewiesen, Wildheuplanken, besonders die Blaugrashalde, ohne Unterschied des Bodens, in der subalpinen und alpinen Region bis zur Grenze der nivalen (Wallis 1400—2800 m, Berner-

oberland von 1100 m an, Glarus von 1300—2400 m, Bünden bis 2925 m, St. Gallen und Appenzell von 1400 m an, Bayern 1360—1960 m). Es ist eine der verbreitetsten Hochgebirgs- und nordischen „Glazial"-Pflanzen, von der Sierra Nevada Spaniens bis zum Balkan, vom russischen Lappland bis zum arktischen Nordamerika, in Japans Cryptomeria-Wäldern, auf den Kurilen, Kamtschatka, Alaska; sie fehlt nur dem Himalaya und Kaukasus, obwohl sie einer vorwiegend himalayanischen Subsektion der zentralasiatischen Sektion der *Verticillatae* angehört.[1])

Während diese Art die einzige europäische ihrer Verwandtschaft ist, hat sich die Gruppe der „Geschnäbelten", der „*Rostratae*" vorwiegend in Europa herausgebildet: 13 ihrer 20 Arten sind mitteleuropäisch, 8 davon endemisch alpin, keine nordisch oder gar arktisch.

Drei dieser „geschnäbelten" Läusekräutern sind gelbblühend: Das **knollige Läusekraut** (*Pedicularis tuberosa* L.) hat einen kurzen, dicken Wurzelstock und gezähnte Kelchzipfel. Sie bewohnt die Weiden und Mähewiesen, auch langhalmige Wildheuplanken des Urgebirges der Zentralketten, fehlt den Kalkalpen (Catalonien, Pyrenäen, Alpen von der Dauphiné bis Krain, Appennin; in Wallis von 1260—2620 m, Bünden bis 2690 m, Glarus 1450—2300 m).

Eine nahestehende Art (*P. Barrelieri* Rchb.), durch ganzrandige Kelchzipfel verschieden, ist endemisch für die südwestlichen Kalkalpen von Savoyen (Chambéry) und Piemont, Unterwallis, Freiburg und Bern bis zum Wetterhorn. Im Osten, in Tirol, Venetien und Kärnten spielt die *P. elongata* Kerner in den südlichen Kalkalpen dieselbe Rolle.

Die übrigen alpinen „*Rostratae*" sind rotblühend. Das **fleischrote Läusekraut** (*P. incarnata* Jacquin), mit reich beblättertem Stengel, auf Pyrenäen, Alpen und Karpathen, hat eine westliche (*helvetica* Steininger, bis ins Engadin reichend) und eine östliche Form (*genuina* Steininger). Arm beblätterte Stengel haben folgende Arten: *P. caespitosa* Sieb.,[2]) kalkfliehend, Pyrenäen, Westalpen bis zur Schweizergrenze, von da an seltener; *P. rostrata* L., kalkliebend, Ostalpen, Ungarn, Moldau; *P. cenisia* Gaudin, Westalpen (Dauphiné, Savoyen, Piemont), am kleinen St. Bernhard die Schweiz streifend; *P. asplenifolia* Floerke, kalkfliehend, ostalpin (in der Schweiz nur im Samnaun); *P. geminata* Port., ostalpin. Die in den Pyrenäen, West- und Südalpen, auch Wallis und Tessin verbreitete *gyroflexa* Vill. hat einen k u r z e n Schnabel.

Die Sektion der „Zweizähnigen" oder *Bidentatae* mit schnabellosem Helm, der unter der Spitze zweizähnig ist, zählt aus der Gruppe der *Comosae*, die besonders die südeuropäischen Gebirge bewohnen, in den Alpen das schopfige Läusekraut (*P. comosa* L.), Spanien, Auvergne, französische und italienische Alpen, Siebenbürgen, Balkan, Ural, Altai.

Die Sektion der „Zahnlosen" (*Anodontae*), mit ungeschnäbeltem, gerundetem und ungezahntem Helm enthält folgende Arten: *P. acaulis* Wulfen, südalpin; *P. foliosa* L., Pyrenäen, Alpen, Jura, Vogesen, kalkliebend, eine stattliche, gelbblühende Art mit reich durchblätterter Infloreszenz (Taschenflora Taf. 10 Fig. 7); *P. sumana* Spr., Galizien, Ungarn, Banat, Balkan, Krain, Tirol, Italien;

---

[1]) Vergl. A. Engler, Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt I S. 136. — Ferner Steininger, Die eur. Arten der Genus *Pedicularis*. — Bot. Centralblatt XXVIII.

[2]) Nach Stadlmann (Mitt. d. nat. Ver. a. d. Univ. Wien 1906, Nr. 10) muß diese Pflanze jetzt *rhaetica* Kerner heißen, die *P. rostrata* L. dagegen *rostrato-capitata* Crantz.

P. recutita L., in den Alpen von Savoyen bis Krain, durch ihr eigenartiges, trübpurpurnes Kolorit und ihre stumpfe Oberlippe auffallend (Taschenflora Taf. 10 Fig. 9); *P. rosea* Wulf., in den Alpen und Karpathen, *P. Allioni* Rchb., Piemont und Savoyen, und endlich die weitverbreitete *Oederi* Vill. (Taschenflora Taf. 12 Fig. 4), in Karpathen und Alpen, in den zentral- und ostasiatischen Gebirgen, und in der Arktis, wobei auch ihre nähern Verwandten zu Hause sind.

§§§ 2. **Die Augentrost-Arten** (*Euphrasia*). [1]

Alle unsere alpinen Euphrasien sind wie die Läusekräuter grüne Halbschmarotzer. Wenn ihre Wurzeln mit denjenigen einer Nährpflanze in Berührung kommen, bilden sie knöllchenförmige (bis 0,5 mm messende) Saugorgane oder „Haustorien“, die Zellenstränge dringen in die Wirtswurzel ein. Die Euphrasien welken sehr leicht, brauchen also viel Wasser und haben keine Wurzelhaare: es muß ihnen die Nährwurzel besonders Wasser und Nährsalze liefern. Sie stirbt bald ab, und wird dann noch vom Schmarotzer auf organische Substanz ausgebeutet. Ihre bevorzugten Nährpflanzen sind *Gramineen* und *Cyperaceen*; aber auch eine Reihe von dicotylen Stauden werden befallen, oft mehrere Wirtspflanzen zugleich von demselben Euphrasienstock. Sie sind sehr lichtbedürftig, werden in dichtem Rasen unterdrückt und gedeihen deshalb besser auf magern Wiesen. Da die Euphrasien oft zu Tausenden dicht gedrängt die Weiden überziehen, können sie dem Rasen erheblichen Schaden zufügen. Da sie außerdem ein schlechtes und spärliches Futter liefern und erst im Herbst erscheinen, wo das Vieh ohnehin nur noch wenig Milch gibt, nennt sie der Älpler „Milchdieb, Milchschelm, Gibinix, Hungerblüemli usw.“

Sie sind alle einjährig, gehen regelmäßig im Frühjahr aus Samen auf und streuen im Herbst und den Winter über („Wintersteher“) ihre Samen aus. Herbstkeimer gibt es unter ihnen nicht, wohl aber behalten (nach Heinricher) die Samen 2—3 Jahre ihre Keimfähigkeit.

Die wunderschön gezeichneten Lippenblüten, an Form und Farbe wahre Kabinettsstücke, besitzen je nach ihrer Größe dreierlei Bestäubungseinrichtungen. Die großblütigen Arten (Fig. 205, 1—5) sind der Fremdbestäubung angepaßt: sie sind ausgesprochen protogyn mit kurzlebigen Narben. Im zweiten männlichen Stadium werden durch Verlängerung der Kronröhre die nun sich öffnenden Antheren genau an die Stelle gebracht, wo vorher die jetzt vertrocknete Narbe sich befand. Die mittelgroßen Blüten haben auch ein fremdbestäubtes erstes weibliches Stadium, aber die Staubbeutel öffnen sich rasch darauf und bestäuben die noch frische Narbe (Selbstbestäubung!). Bei den kleinblütigen Arten tritt regelmäßig Selbstbestäubung ein (Fig. 205, 6).

Wettstein resumiert seine Untersuchungen folgendermaßen:

„Die großblütigen *Euphrasia*-Arten sind mithin typische Insektenblüten; die Größe und Augenfälligkeit der Corollen, das Vorkommen in insektenreichen Gebieten (nicht in der Arktis!) steht damit zweifellos in Zusammenhang.“ Bei den Arten mit mittelgroßen Blüten ist bei ausbleibender Kreuzung für Selbst-

---

[1]) Vergl. Wettstein, Monographie der Gattung *Euphrasia*. — Leipzig 1896, mit 14 Tafeln, 4 Karten und 7 Textillustrationen. — Über ihren Parasitismus: Koch, Zur Entwicklungsgeschichte der *Rhinanthae*, Pringsheims Jahrb. XX. — Heinricher, Die grünen Halbschmarotzer I u. II, Pringsheims Jahrb. Bd. XXXI u. XXXII, 1898 u. 1899. — Stahl, Der Sinn der Mycorhizenbildung, ebenda Bd. XXXIV, S. 646.

bestäubung gesorgt. „Die Corolle der kleinblütigen Arten ist der Autogamie angepaßt. Die geringe Größe der Blüten, ihre wenig auffallende Färbung, die schwache Ausbildung des Nektariums, das Vorkommen vieler hierher gehörigen Arten in hochalpinen oder nordischen Gebieten dürfte mit dieser Blüteneinrichtung in Zusammenhang stehen."

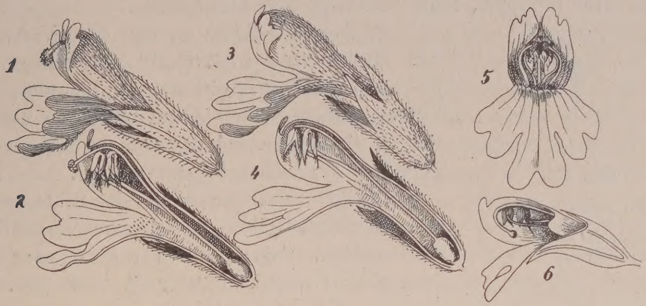


Fig. 205.

Die Bestäubungseinrichtungen der Augentrostarten (*Euphrasia*).

1. Blüte von *E. Rostkoviana* im ersten weiblichen Stadium, mit weit vorragender Narbe. 2. Dieselbe, längs durchschnitten; die Narbe überragt die Staubbeutel weit; dieselben zeigen einen „Schüttelapparat", lange Zipfel, an denen das Insekt anstößt, und Behaarung, welche die seitliche Verstreuung des Pollens hindert. 3. Dieselbe Blüte im zweiten männlichen Stadium: die Krone hat sich verlängert, so daß die jetzt verschrumpfte Narbe nicht mehr vorragt; die Antheren befinden sich jetzt an derselben Stelle, wo vorher die Narbe. 4. Dieselbe, längs durchschnitten. 5. Dieselbe, von vorn gesehen. 6. Blüte der *E. minima* im Längsschnitt, der Selbstbestäubung angepaßt.

(1—5 nach Wettstein, 6 nach Müller-Lippstadt.)

Bei allen Formen figuriert die Oberlippe als Schutz gegen Regen für Staubbeutel und Nektar und zwingt den Insektenrüssel, den richtigen Weg einzuschlagen. Die zusammenhängenden Staubbeutel bilden mit den vorragenden Spitzen einen Schüttelapparat, der gegen das seitliche Verstreuen des Pollens durch Haare geschützt ist. Die gelbe Färbung des Kronschlundes ist ein Saftmahl.

Die 87 Arten der Gattung *Euphrasia* gliedern sich zunächst in 2 scharf getrennte Sektionen, die südamerikanischen „*Trifidae*" mit 3spaltigen Blättern (14 Arten) und die „australisch-zirkumpolar-nördlich-extratropische" Sektion der echten Euphrasien mit ungeteilten Blättern (73 Arten). Die australisch-neuseeländischen Formen bilden eine besondere Subsektion ausdauernder Arten; unsere alpinen Formen gehören alle zu der Subsektion *Semicalcaratae* (einjährig, mit bespornten Staubbeuteln, in der nördlichen Hemisphäre verbreitet). Als altes tertiäres Ausstrahlungszentrum dieser Subsektion nimmt Wettstein Ostasien an.

Aus der Gruppe der kleinblütigen Euphrasien („*Parviflorae*") ist die verbreitetste Art der Alpen der **kleinste Augentrost** (*Euphrasia minima* Jacquin). Er macht seinem Namen alle Ehre: an hochalpinen Standorten ist er ein mikroskopisches Zwerglein, kaum 5 mm hoch; gleich über den Cotyledonen folgt ein Paar Deckblätter mit den Blüten, die

so groß sind wie die ganze Pflanze: man sieht, das Knirps'chen hat Eile, den kurzen Alpensommer auszunutzen, um noch rechtzeitig mit der Samenbildung fertig zu werden (Fig. 206)! Tiefer unten, an Schutthalden der Nordalpen, auf sonnigen Alpwiesen ist er 5—15 cm hoch und in den Südalpen erreicht er sogar bis 25 cm Höhe; in den Voralpen wird er üppig, reich verzweigt und breitblättrig.

Fig. 206.

Ein Zwergpflänzlein des kleinsten Augentrost. (*Euphrasia minima* L., in natürlicher Größe).

Es hat nur 3 Blattpaare gebildet: die Cotyledonen und zwei paar Laubblätter, von denen je eines eine Blüte in seiner Achsel trägt. — Ges. v. FAVRAT auf La Valetta bei Bevers in Oberengadin 13. VIII. 1869. (Nach d. Natur v. C. S.)

Euphrasia minima ist nach den Versuchen von HEINRICHER eine relativ selbständige Art, die auch ohne Parasitismus es bis zur Blüte bringen kann, freilich dann sehr klein bleibt.[1]) Sie ist die einzige, bei der man bisher gut ausgebildete Wurzelhaare gefunden hat.

Die kleinen selbstbestäubenden Blüten zeigen die mannigfaltigsten aber samenbeständigen Farbenabänderungen: die Krone ist ganz gelb (var. *flava* Gremli), selten ganz weiß (var. *alba* Favrat) oder ganz rotviolett (var. *purpurascsens* Wettstein) oder weiß mit blauvioletter Oberlippe, ebensolchen Strichen und einem gelben Fleck auf der Unterlippe (var. *pallida* Gremli), oder gelb mit roter Oberlippe und Zeichnung der Unterlippe (var. *bicolor* Gremli). WETTSTEIN faßt *flava* und *bicolor* als den Grundtypus auf. Sehr charakteristisch sind die stumpfen, geraden, abgerundeten Stengelblätter (nicht die Brakteen am Grunde der Blüten, die spitze Zähne besitzen) und die auffallend lange, den Kelch deutlich überragende, am Rande gewimperte Kapsel. Die Blätter sind stets (wenn auch oft sehr schwach) behaart; drüsige Formen kommen vor und werden nach WETTSTEIN als *E. drosocalyx* zusammengefaßt; sie sind wahrscheinlich z. T. Hybride mit *E. hirtella*.

Die kleine Pflanze bewohnt, oft herdenweise auftretend, besonders die Alpweide und die Humuspolster, aber auch steinige Stellen, seltener den Wald, denn sie ist lichtliebend. Sie findet sich auf allen Bodenarten von 1180—3000 m in Wallis, bis 2920 m am Piz Beverin, von 1600—2360 m in den bayrischen, von 1600—2880 m in den Tiroler Alpen.

Ihre Gesamtverbreitung umfaßt die Gebirge des mittleren und südlichen Europa von den Pyrenäen bis zum Balkan, vereinzelt kommt sie im Kaukasus und Kleinasien vor, spärlich in Skandinavien. Nach WETTSTEIN hat sich die Gruppe der kleinblütigen Euphrasien aus einem nörd-

[1]) Immerhin darf keineswegs die Kleinheit der Exemplare nur auf diesen Faktor zurückgeführt werden, denn auch mitten im Rasen hochalpiner Standorte gibt es solche Zwerge.

lichen Stammtypus (mit *latifolia* verwandt) entwickelt, der „mindestens seit der Tertiärzeit“ im Norden heimisch war, während der Glazialzeit nach Süden wanderte, dann sich wieder nordwärts zurückzog, aber in einzelnen inselartigen Arealen abgeleitete Vertreter hinterließ, unter dem Einfluß klimatischer Verhältnisse entwickelt als geographische Arten, sich gegenseitig ausschließend.

Unter den übrigen kleinblütigen Euphrasien der Alpenregion ist der **behaarte Augentrost** (*E. hirtella* Jordan) leicht zu erkennen an der dichten Behaarung aus langen bandförmig zusammengedrückten gegliederten Drüsenhaaren an Blättern und Kelchen, ferner an dem steif aufrechten, wenig verzweigten Stengel und den breiten, dicht aneinander schließenden Brakteen. Sie ist in weiten Sprüngen in den eurasischen Gebirgen von Spanien bis nach Afghanistan zu Hause, aber auch in Sibirien, dem Ural und der Mongolei, vielleicht Nordamerika. „Diese außerordentlich weite Verbreitung in ostwestlicher Richtung, die Reduktion des Areals im Süden Europas, ihr Vorkommen daselbst an isolierten Standorten (Pyrenäen, Südwestalpen, Balkanhalbinsel, Siebenbürgen) machen *E. hirtella* zu einem typischen Vertreter jener Arten, die in der Tertiärzeit weit verbreitet waren, in Europa durch die Glazialphänomene auf wenige Landstriche im Süden beschränkt wurden, ohne die Fähigkeit zu besitzen, sich später wieder weiter zu verbreiten oder durch reiche Gliederung den neuen Verhältnissen sich anzupassen“ (Wettstein).

Die etwas größerblütige, 6—10 mm lange Kronen besitzende *brevipila* **(kurzhaariger Augentrost)** hat im Gegensatz zu *hirtella* nur ganz kurze Drüsen; sie ist vielleicht als ein Bastard *stricta* × *Rostkoviana* aufzufassen, übrigens selten und vorzugsweise in den Südalpen, mit einem zweiten, völlig getrennten ost- und nordeuropäischen Areal. Die typisch pontische (östliche) **tatarische Euphrasie** (*E. tartarica* Fischer), die sich in der Schweiz nur im Wallis, Tessin und Graubünden vorfindet, hat ebenfalls größere Blüten (8—10 mm).

Unter den großblütigen Augentrostarten (Gruppe der *Grandiflorae*), mit 10—15 mm langer Krone, ist das Artenpaar *Rostkoviana* und *montana* als saisondimorph zu nennen (**Rostkovs** und der **Berg-Augentrost**). Die erstere ist Herbstform, die letztere Sommerform (Fig. 207), beide reichdrüsig an Stengeln und Blättern. Die *Rostkoviana* ist in Süddeutschland, Österreich-Ungarn und der Schweiz die gemeinste aller Euphrasien, die bis hoch in die alpine Region aufsteigt und dabei bis zur Zwergform sich reduziert (var. *minuta* Beck, Wallis 2800 m, Österreich 2200 m). Sie ist ausschließlich mitteleuropäisch von Frankreich bis Rußland und von Oberitalien und dem Balkan bis zum südlichen Schweden. Drüsenlos sind unter den großblütigen Euphrasien der Alpen 5 Arten: der **alpine Augentrost** (*E. alpina* Lamarck) ist eine Pflanze

der Pyrenäen, Apenninen und Südwestalpen von Frankreich, der Schweiz, Italien, Niederösterreich, kalkmeidend, sehr großblütig und durch die langen Grannen an den Brakteen von allen andern unterschieden. Nur die schöne gelbblühende *E. Christii* Favrat zeigt dasselbe Merkmal; es ist eine auf Wallis und Tessin beschränkte Art, vielleicht hybriden

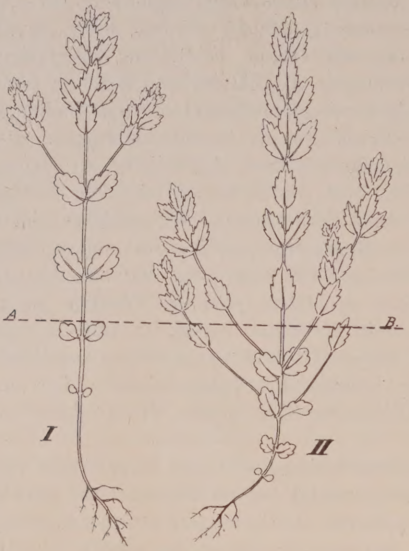


Fig. 207.

Saisondimorphe Formen beim Augentrost.
(*Euphrasia*), schematisiert!

I. Frühblühende Art, mit entfernt beblättertem, nur im obern Teil verzweigtem Stengel und stumpfen Stengelblättern. Der Stengel wächst rasch in die Höhe, die Pflanze blüht und fruchtet vor der Mahd.

II. Spätblühende Art, mit dicht beblättertem und schon unten verzweigtem Stengel, und mit spitzen Stengelblättern; bleibt anfangs niedrig und blüht erst nach der Mahd.

Die punktierte Linie gibt die ungefähre Höhe des Heuschnittes an.

Jede *Euphrasia* erzeugt zuerst stumpfere und dann spitzere Blätter; bei I werden die ersteren emporgehoben und figurieren deshalb als Stengelblätter, bei II bleiben sie unten sitzen, verdorren und fallen ab, und so hat der Stengel später nur noch spitze Blätter.

(Nach Wettstein.)

Ursprungs (*alpina* × *minima?*) Zwei sehr nahe verwandte Arten sind *picta* Wimmer und *versicolor* Kerner, ohne Grannen an den Brakteen, die erstere Kalkpflanze, die letztere Kieselpflanze.

Die dritte Gruppe der alpinen Euphrasien sind die schmalblättrigen „*Angustifoliae*“); es gehört hierher der **Salzburger Augentrost** (*E. salisburgensis* Funck) durch die eigentümliche Blattform scharf

charakterisiert, ein kalkliebender häufiger Bewohner der mitteleuropäischen Gebirge und Skandinaviens, dort aber selten, also wohl genetisch zum Alpenelement gehörig; von weiter vertikaler Verbreitung (Wallis 400 bis 2700 m, Österreich und Tirol bis 2400 m, Bayern bis 2300 m) und vielgestaltigem Formenreichtum.

Ihm schließen sich als abgeleitete Formen von beschränkter Verbreitung an: *E. Portae* F. Wettstein, von Tirol und Belluno (vielleicht ein Bastard *alpina* × *salisburgensis*), *E. cuspidata* Host der karnischen und julischen Alpen, Obersteiermarks und Piemonts, *E. stiriaca* Wettstein Obersteiermarks und Niederösterreichs.

§§§ 3. **Die Klappertopf-Arten** (*Alectorolophus*).

Auch die Klappertopfarten der Alpen sind, wie die Euphrasien, einjährige Halbschmarotzer, mittelst Haustorien den Wurzeln der Wiesenpflanzen Wasser und Nährsalze entziehend. Sie färben oft durch massenhaftes Auftreten besonders magere Mähewiesen gelb, und schaden erheblich. Ihr Futterwert ist gering; sie werden bald hart und trocken. Durch Verhinderung der Besamung durch frühzeitiges Mähen oder Abweiden kann man sie bekämpfen. — Die Blätter sind durch eigenartige Nervatur ausgezeichnet: die Seitennerven laufen nicht in die Zähne, sondern in die Buchten zwischen denselben aus (Fig. 208, 6b u. 7b).

Ihre Bestäubungseinrichtung ist eine höchst sinnreiche: es sind Hummelblumen, oder Falterblumen, oder beides zugleich, mit gleichzeitiger Entwicklung beider Geschlechter. Der Honig, von einer Drüse unterhalb des Fruchtknotens abgesondert, wird im Grunde der Kronröhre geborgen, wohl geschützt vor Regen und Räubern. Die Staubbeutel liegen in der Oberlippe, vor Regen geschützt; der Insektenrüssel muß, um zum Nektar zu gelangen, zwischen den Staubbeuteln durch, die einen richtigen „Streuapparat" bilden; ein Haarbesatz derselben verhindert Pollenverlust durch seitliche Verstreuung (Fig. 208, 1–5).

Während bei den die Ebene bewohnenden Typen (aus dem Formenkreis des *hirsutus*, *major* und *minor*) die Oberlippe eine für Hummeln berechnete Spalte („Hummeltüre" Müllers, Fig. 208, 3 HT.) zeigt, ist diese bei den alpinen Formen des *angustifolia*-Typus geschlossen und dafür eine enge „Faltertüre" an der Oberlippenspitze geöffnet (Fig. 208, 5 FT.). Müller beobachtete tatsächlich reichlichen Falterbesuch an diesen Formen, aber auch Hummelbesuch, indem pollensammelnde Hummeln die Hummeltüre erbrachen, dabei aber doch Bestäubung vermittelten.

Saisondimorph gegliederte Formen, wie wir sie bei *Gentiana* und *Euphrasia* schon kennen gelernt, kommen auch hier zahlreich vor; daneben meist noch eine nicht saisondimorph gegliederte Form.

Wir haben in der Alpenregion drei Formenschwärme, die sich um die Gesamtarten *A. hirsutus, angustifolius* und *minor* gruppieren. Die ausgeprägest alpine Gruppe ist die des *angustifolius* (Gmel.) Heynb., im weitern Sinn, charakterisiert durch über 1 mm langen Zahn der Oberlippe, ungleichzähnige Bracteen (untere Zähne mindestens doppelt so lang als die oberen, Fig. 208, 7a), abstehende Unterlippe (Fig. 208, 5), die geschlossene „Hummeltüre" und offene „Faltertüre" der Oberlippe

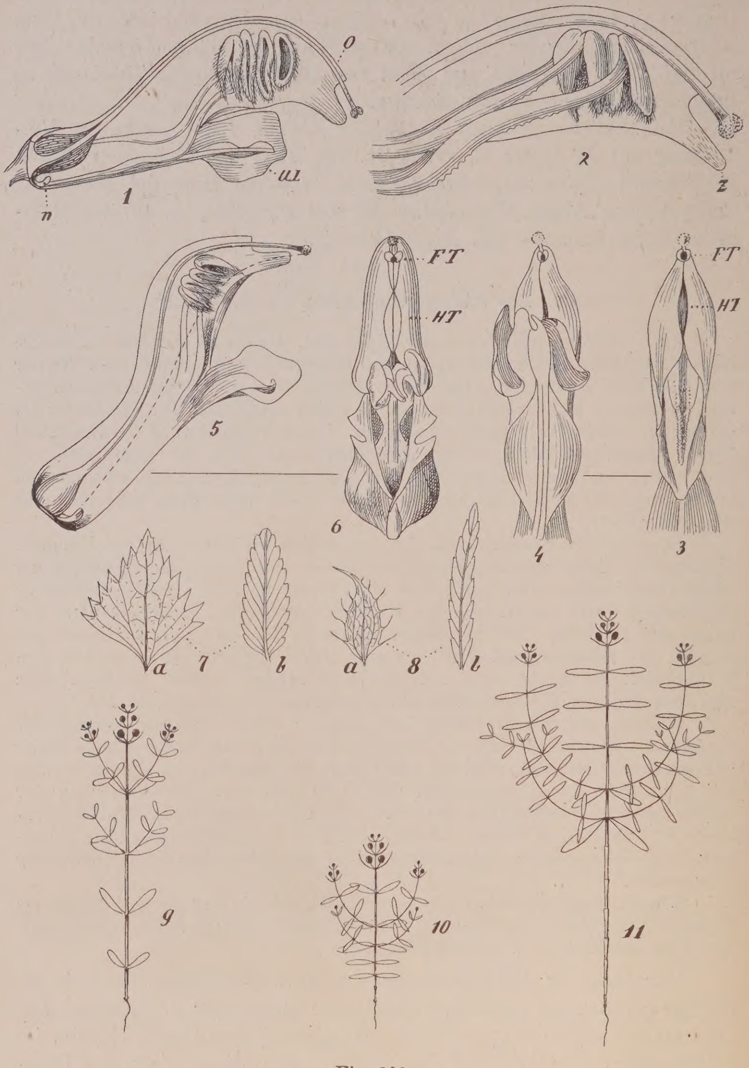


Fig. 208.

Blütenverhältnisse und Saisondimorphismus beim Klappertopf.
(*Alectorolophus.*)

Erläuterung zu Fig. 208.

1. Blüte von *A. hirsutus* im Längsschnitt (ohne den Kelch); Narbe weit vorragend, Staubbeutel einen Schüttelapparat bildend. O = Oberlippe, UL = Unterlippe, n = Nektarium. 2. Der obere Teil derselben, Staubgefäße von außen gesehen. Z = Zahn der Oberlippe. 3. Oberlippe von vorn gesehen, mit dem doppelten Eingang für bestäubende Insekten, der unteren „Hummeltüre“ (HT) und der oberen „Faltertüre“ (FT), die sehr eng ist. Tatsächlich wird *A. hirsutus* von Hummeln und Faltern besucht. 4. Die ganze Blüte von vorn. 5. *A. alpinus* aut. vet., Blüte im Längsschnitt ohne den Kelch; Unterlippe abstehend. Die punktierte Linie bedeutet den Weg des Hummelrüssels. 6. Blüte von vorn: FT = Faltertüre, die hier allein noch offen steht; HT = Hummeltüre, geschlossen (wird aber häufig von pollensammelnden Hummeln aufgebrochen!). 7a. Bractee von *A. hirsutus*, mit ungefähr gleich langen Zähnen. 7b. Blatt von *A. hirsutus* (Nerven bei *A.* stets in die Buchten zwischen den Zähnen auslaufend). 8a. Bractee von *A. angustifolius* (Scarltal, leg. Schr.), die untern Zähne doppelt so lang als die obern. 8b. Blatt von *A. angustifolius*. 9—11. Saisondimorphismus bei *A. lanceolatus* s. lat., schematisiert. 9. *A. subalpinus* Sterneck, die Sommerform (f. *aestivalis*), im Mai und Juni blühend, Stengel mit wenigen gestreckten Internodien, die stets länger sind als die korrespondierenden Laubblätter; zwischen den obersten Seitenästen und der Blütentraube keine Laubblätter (keine „Interkalarblätter“). 10. *A. lanceolatus* (Kovats) Sterneck s. str.: nicht saisondimorph gegliederte intermediäre Stammform. 11. *A. angustifolius* (Gmelin) Heynhold: die Herbstform (f. *autumnalis*) mit zahlreichen, kurzen Stengelgliedern, die mindestens doppelt kürzer sind als die korrespondierenden Laubblätter, stark verzweigt, mit Interkalarblättern, Blüte Ende Juli u. August, oft bis in den Oktober hinein.

(1—6 nach Müller-Lippstadt; 7—8 nach der Natur, 9—11 nach Sterneck, von L. S.)

(Fig. 208, 5). Hierher gehört als Frühsommerform der *A. subalpinus* Sterneck, der **subalpine Klappertopf**, als Spätsommerform der *A. angustifolius* (Gmelin) Heynh., der **schmalblättrige Klappertopf** im engern Sinne, als ungegliederte Form *A. lanceolatus* (Neilr.) Sterneck, der **lanzettblättrige Klappertopf** (siehe Fig. 208, 9—11), mit Gebirgsmerkmalen („monticole“ Form). Die *minor*-Gruppe, durch kurzen, meist bleichen Zahn an der Oberlippe charakterisiert, hat als Frühsommerform den typischen *minor* (Ehrh.) Wimmer, den **kleinen Klappertopf**, als Spätsommerform *stenophyllus* (Schur.) Sterneck. Die *hirsutus*-Gruppe hat drei Formen: Frühsommerform *hirsutus* (Lam.) Allioni, Spätsommerform *patulus* (Scop.) Sterneck und ungegliederte Hochsommerform *A. Semleri* Sterneck.

Nach der Ansicht Sternecks ist die *minor*-Gruppe von Norden ausgegangen; sie ist die einzige, die auch nordamerikanisch-boreale Verbreitung besitzt. *Major* hat ebenfalls eine weite nördliche (aber nicht arktische!) Verbreitung; aus ihm sollen während der Eiszeit sich die rein alpinen Formen der *angustifolius*-Gruppe herausgebildet haben, während die an *hirsutus* sich anlehnenden Formen eher mittel- und südeuropäischen Ursprung besitzen.

§§§ 4. Die Bartschia.

Ebenfalls zur Gruppe der schmarotzenden Rhinantheen gehört die **Alpen-Bartschia** (*Bartschia alpina* L., Taschenflora Tafel 10 Fig. 2 und umstehende Textfigur 209); sie ist die einzige Alpenart ihres Geschlechts, das noch in den Pyrenäen, in Portugal, Afrika und auf den südamerikanischen Anden vertreten ist, also ein uralter, weit verschlagener Gebirgstypus.

Die Alpen-Bartschia ist durch ihr eigenartiges, ganz einzig dastehendes Kolorit eine höchst auffallende Erscheinung: die Farbe der Laubblätter ist aus Schwarz, Violett und Grün gemengt, die Blüte trüb und dunkelviolett: eine echte „Trauerpflanze“.[1]) Sie bewohnt als schmarotzendes Unkraut alle Formen alpiner Wiesen und die Quellfluren von den Vorbergen (Schnebelhorn, Wangserberg 670 m) bis gegen die Nivalregion (2680 m Wallis, 2830 m Bünden [Piz Lagalb, Brockmann], 2470 m Glarus und bayrische Alpen).

Fig. 209.

Bartschia und *Tozzia*.

1—3. Blüteneinrichtung der *Bartschia alpina*.
1. Blüte von der Seite; Narbo weit vorragend, Staubbeutel eingeschlossen. 2. Oberer Teil derselben; die Staubbeutel bilden einen „Streu-Apparat“. 3. Die Staubbeutel mit den Haaren, welche ein seitliches Verschütten des Pollens verunmöglichen.
4—7. *Tozzia alpina*.
4. Blüte von der Seite gesehen, im Anfangsstadium des Blühens; Narbe weit vorragend. 5. Blüte im Längsschnitt, im zweiten Stadium des Blühens; die Krone ist gewachsen, die Staubgefäße sind an der Narbe vorbei nach vorne gerückt. 6. Blüte von vorn, Unterlippe gesprenkelt (Fliegenblume). 7. Junges Pflänzchen von *Tozzia* (wohl bald blühreif!), im Freien ausgegraben, noch rein saprophytisch lebend, nur mit weißen fleischigen Niederblättern besetzt, die Wurzeln mit Saugorganen (in natürl. Größe).
(1—6 nach Müller-Lippstadt, 7 nach Heinricher.)

Der Same von *Bartschia* keimt im Frühjahr, auch ohne den Anreiz durch ein lebendes Nährobjekt. Die Pflanze bildet sofort Saugorgane an den Wurzeln benachbarter Rasenpflanzen und oberirdische grüne Triebe, kommt aber erst im 4. oder 5. Jahr zur Blüte. Sie bildet jedes Jahr

---

[1]) Sie verdankt ihren Namen dieser düstern Färbung. Linné wollte mit der Namengebung seiner Trauer über den Tod des ihm befreundeten Naturforschers und Arztes Bartsch Ausdruck geben, der als junger Mann dem Klima Guyanas erlag. Selten ist die Blüte rosenrot oder weiß.

neue Sprosse aus den perennierenden unterirdischen Basaltteilen vorjähriger Sprosse, zeigt also sympodiale Sproßbildung; Knospen mit unbegrenztem Wachstum gibt es nicht. In den unteridischen Erneuerungsknospen bilden die Niederblätter eigentümliche Höhlungen, in welche Haare hineinragen; die Auffassung KERNERS und WETTSTEINS, daß sie als Tierfallen mit tierverdauenden Drüsen fungieren, hat sich nicht bestätigt; es liegen hier wahrscheinlich wasserabscheidende Drüsen (Hydatoden) vor, welche den nährsalztransportierenden Transpirationsstrom unterhalten sollen. Dieselben Drüsen finden sich auch massenhaft auf der Unterseite der Laubblätter; sie können auch Wasser aufnehmen.[1])

Die Ernährung der *Bartschia* findet also durch Parasitismus und Assimilation statt.

Die Bestäubungseinrichtung (Fig. 209, 1—3) zeigt mannigfache Varianten; in den Alpen ist es eine stark protogyne Hummelblume mit Streuapparat wie *Alectorolophus*, nach MÜLLER ohne Selbstbestäubung, nach KERNER mit solcher durch schließliche Windverstäubung. SCHULZ fand im Riesengebirge gleichzeitig entwickelte Sexualorgane mit Möglichkeit der Selbstbestäubung, ebenso WARMING auf dem Dovrefjeld. Sehr häufig wird die Blüte durch räuberische Hummeln angebissen. Die geflügelten Samen werden durch den Wind verbreitet.

Ihre Allgemeinverbreitung zeigt uns zwei getrennte Verbreitungsbezirke: ein mitteleuropäisches Gebirgsareal von den Pyrenäen bis zum Balkan mit Vorstößen zu den deutschen Mittelgebirgen und zahlreichen Reliktstandorten im Vorland, dann ein ausgedehntes zirkumpolares Areal, das in Europa und Skandinavien, in Asien und im Altai einen Vorstoß nach Süden macht. Die Ansicht von CHRIST (olim!) und ENGLER über einen arktischen Ursprung (CHRIST kannte das Vorkommen im Altai nicht und vermutet arktisch-amerikanische Herkunft) hat sehr viel für sich; mit Frl. JEROSCH erscheint mir die neuere Anschauung CHRISTS vom altafrikanischen Ursprung für gewagt.

Endlich ist als der letzte alpine Vertreter der grünen Halbschmarotzer aus der Gruppe der Rhinantheen noch die **Alpen-Tozzie**[2]) (*Tozzia alpina* L.) zu erwähnen, die einzige Art ihres Geschlechts, ein Produkt der mitteleuropäischen Gebirge (Pyrenäen, Jura, Alpen, Karpathen und Balkan). Sie bewohnt feuchte Wiesen, quellige Stellen, Bachalluvionen, feuchten Schutt und Hochstaudenfluren, besonders im Schatten des Waldes oder Gebüsches, von ca. 1000 m bis wenig über die Holzgrenze (2000 m in Wallis, 1920 m Glarus, 2080 m bayrische Alpen), ist also eigentlich eine subalpine Pflanze, eine Begleiterin des Koniferenwaldes. Ihre Standorte in den Alpen sind zerstreut.

---

[1]) SCHERFFEL, Mitt. bot. Inst. von Graz 1888; HABERLANDT, PRINGSHEIMS Jahrb. XXX, 1897; GOEBEL, Flora 1897; PERCY GROOM, Annals oft Botany vol. XI, 1897.

[2]) Nach LUCAS TOZZI (1633—1717), einem italienischen Arzte.

Die Tozzie bildet ein interessantes Übergangslied vom grünen Halbschmarotzer zum vollen reinen chlorophyllosen Ganzschmarotzer (wie *Lathraea*). Sie lebt nach der Keimung[1]) zunächst als rein unterirdischer Ganzschmarotzer, nur farblose Niederblätter tragend, die einen sehr ausgebildeten Wasserausscheidungsapparat besitzen (Fig. 209, 7). Erst im zweiten Jahr bildet sie, gleichsam als Reminiszenz an ihre Abstammung von grünen Rhinantheen einen oberirdischen grünen assimilierenden Sproß, der Blüten und Früchte bildet, dann stirbt die ganze Pflanze ab. Sie ist also nicht ausdauernd.

Blütenbiologisch steht *Tozzia* gegenüber ihren Verwandten auf der tiefsten Anpassungsstufe. Die Blüten sind klein, der Honig wird rings von der Basis des Fruchtknotens ausgeschieden,[2]) und er ist wenig geschützt, auch kurzrüßligen Insekten (besonders Fliegen) zugänglich, die Blütenfarbe ist das primitive Gelb, der Streuapparat wenig ausgebildet; schließliche Autogamie ist möglich (Fig. 209, 4—6). Als Fliegenblume ist sie auch durch die dunkelrote Sprenkelung charakterisiert (die nur selten fehlt!).

§§ 2. **Die Gattung *Veronica*** (Ehrenpreis)

ist mit 200 Arten in den gemäßigten und kalten Gebieten beider Hemisphären verbreitet, zählt zahlreiche Gebirgspflanzen und hat in Neuseeland einen abweichenden Zweig mit baumartigen Formen (bis 1 m Stammdurchmesser) entwickelt. Die Wiesenflora unserer Alpen zählt 4 typische Hochgebirgs-Ehrenpreise (*alpina*, *bellidioides*, *aphylla* und *Allionii*) und einige aus der Ebene heraufsteigende (*chamaedrys* und *serpyllifolia*). Die ersteren sind alle ausdauernde niedere Stauden mit ungeteilten gegenständigen Blättern. Ihre kleinen, wenig auffallenden Blüten, mit 4 Kronblättern und 2 Staubgefäßen, werden wenig von den Insekten besucht und bestäuben sich leicht selbst.

Der **Alpen-Ehrenpreis** (*Veronica alpina* L., Taschenflora Tafel 23 Fig. 8) ist einer der verbreitetsten Rasenbestandteile von der subalpinen bis zur nivalen Region (1500—3185 m in der Schweiz, 1560—2870 m in Bayern) alle Bodenarten bewohnend, indifferent gegen Düngung und Humusgehalt, von weiter mitteleuropäischer und arktisch-altaischer Verbreitung. Der winzige **blattlose Ehrenpreis** (*V. aphylla* L., Fig. 210) meidet langhalmigen Rasen, ist auf Weiden- und Humuspolstern und im

---

[1]) Das meist einsamige Früchtchen fällt grün ab und zeigt eine Nachreife am Boden. Der Same keimt innerhalb der Hartschicht des Früchtchens, aber nur bei Anwesenheit von Nährpflanzen; das heraustretende Würzelchen bildet sofort Haustorien auf den Wirtspflanzenwurzeln, die Plumula bleibt noch lange im Früchtchen stecken (Heinricher).

[2]) Bei *Euphrasia* nur noch auf der Bauchseite des Fruchtknotens, bei einigen Arten durch einen Höcker, der bei *Alectorolophus lanceolatus* zu einem förmlichen Napf wird.

Felshumus häufig, von 1300—2900 m in der Schweiz, von 1400—2580 m in Bayern, in der Arktis fehlend, dagegen im Altai vorhanden. Ausgesprochen humusliebend und kalkfliehend ist der **gänseblümchenartige Ehrenpreis** (*Veronica bellidioides* L.), dem seine ausgebreitete Blattrosette diesen Namen eingetragen hat. Er ist ein häufiger Bewohner des Nardusrasens und des Curvuletums und sucht auf der Weide immer die flachgründigen Stellen mit dunkelm Humus auf (Wallis 1800—3100 m, Bünden 1700—2900 m). Seine Verbreitung ist auf die mitteleuropäischen Gebirge beschränkt (Pyrenäen bis Balkan).

Fig. 210.
Der schaftblütige Ehrenpreis (*Veronica aphylla* L.) (Nat. Gr., n. Natur v. L. S.)

Anhangsweise möge hier noch des pflanzengeographisch höchst interessanten Typus der *Wulfenia carinthiaca* Jacquin gedacht sein, der nur im Gailtal in Kärnten im Wald und in der Rhododendronzone zwischen den letzten Vorposten des Waldes (also in der „pseudoalpinen Kampfregion")[1] vorkommt. Sie ist also eine subalpine Pflanze, die nicht in die Alpenregion aufsteigt. Die Gattung besteht nur aus 3 Arten; neben unserer noch *W. orientalis* Boissier in Syrien und *W. Amherstiana* Bentham im Himalaya und in Afghanistan. Also 3 vikarisierende Arten, durch weite Zwischenräume getrennt. Die Annahme liegt nahe, daß diese Formen in der warmen Tertiärzeit ihre Verbreitung erlangt haben und daß die Eiszeit die Lücken geschaffen habe („Tertiärer Typus").

§ 16. Familie der Primeln (*Primulacen*).[2]

§§ 1. Die Gattung *Primula*.

Alle alpinen Primeln, auch die später zu besprechenden felsenbewohnenden, sind ausdauernde Pflanzen mit bodenständiger Blattrosette und blattlosem Blütenschaft, welcher das Ende des rosettentragenden Jahressprosses bildet. Die Erneuerung erfolgt durch eine Seitenknospe aus der Achsel des obersten Rosettenblattes („sympodial"). Die erhalten bleibenden gestauchten Basalteile der Sproßglieder bilden meist einen kräftigen Erdstock, der von unten her sukzessive abstirbt, während er sich nach oben verlängert; manche Wurzelstöcke bestehen nur aus einem Jahresglied (*P. farinosa* und *longiflora*), bei andern kann der Erdstock bis 30 cm lang werden. Vielköpfige Wurzelstöcke (aber stets mit kurzen Gliedern) entstehen durch Auswachsen mehrerer Knospen aus den Rosettenblättern. Die Wurzeln zeigen ein auffallend starkes feines Aroma.

[1] Vergl. Scharfetter, R., *Wulfenia carinthiaca* Jacquin, eine Pflanze der alpinen Kampfregion. — Österr. bot. Zeitschrift, Jahrg. 56, Nr. 11, 1906, S. 440.

[2] Vergl. Pax, *Primulaceae*, 22. Heft der Serie: Das Pflanzenreich, herausgegeben von A. Engler. — Leipzig 1905; ferner: Elise Widmer, Die europäischen Arten der Gattung *Primula*. — München 1891.

Die Blätter zeigen ausnahmslos Drüsenhaare, welche entweder einen aromatischen Balsam oder ein pulveriges Wachs ausscheiden („Mehlstaub“). Sie sind bei den Aurikeln im weitesten Sinne (Sektion *Auriculastrum*)[1]) in der Knospenlage nach vorn eingerollt (Fig. 211, 8), fleischig, glatt, meist nur oberseits mit Spaltöffnungen versehen, bei den Mehlprimeln (*Aleuritia*) rückwärts eingerollt (Fig. 211, 9), dünner und vorzugsweise unterseits mit Spaltöffnungen versehen, die durch einen dichten Mehlstaub vor Benetzung geschützt sind. (Die dritte Sektion, die der Frühlingsprimeln [*Primulastrum*], besteht zumeist aus Arten der Ebene und hat runzlige Blätter ohne Mehlstaub.)

Die alpinen Primelblätter zeigen nach Lasniewski als Schutzmittel gegen Transpiration starke Anhäufung hygroskopischer Schleimmassen in den Interzellulargängen (Fig. 211, 7).[2]) Schellenberg hat nachgewiesen, daß oft in dem besonders stark verdickten Schwammgewebe der Blätter die Reservenahrung in Form von Wandverdickungen aus Hemicellulose abgelagert ist, welche im Frühling beim Austreiben der Knospen aufgelöst wird. Er faßt auch die oben erwähnten Schleimmassen als Reservenahrung auf, da auch sie im Frühling teilweise aufgelöst werden (freundliche mündliche Mitteilung).

Die sämtlichen alpinen Primeln mit Ausnahme von *longiflora* sind verschiedengrifflige Tagfalterblumen, mit Bergung des Nektars im Grunde einer langen Kronröhre (Fig. 211, 1—2). *Primula longiflora* ist eine homostyle Tagschwärmerblume. Bastarde zwischen verschiedenen Primelarten sind häufig.

Die alpinen Primeln gehören fast alle zum endemischen alpinen Element und bilden den schönsten Schmuck der Alpen. „Und dann die wahrhaft bezaubernde Gruppe der Primeln, welche eigentlich die Kronjuwelen im Blütendiadem unserer königlichen Berge heißen können! In den wohl 15 Arten, von denen der Norden nur *farinosa*, die kleinblütigste, sein nennt, entfaltet sich in überaus bescheidener, einfacher Form, was die Blumenwelt Liebliches und Holdes zu bieten imstande ist: reizende Bildung der Blüte, sanfte sammetartige Purpurfarbe, Fülle und Größe der Blumendolde im Verhältnis zu der immer zierlichen, immer balsamisch duftenden Blattrosette“ (Christ).

Die häufigste Primelart der Alpen ist die **Mehlprimel** (*Primula farinosa* L., Taschenflora Taf. 9 Fig. 2 und Textfig. 211). Sie ist ausgezeichnet durch den starken mehlartigen Wachsüberzug[3]) der Blattunterseite, durch kurzen Erdstock und relativ kleine purpurne, selten weiße oder blaßblaue Blüten. Sie bewohnt Torfmoore und sumpfige Wiesen vom *Trichophorum*- und *Goodenovii*-Typus, aber auch die trockenere Milchkrautweide und selbst die *Carex firma*-Bestände von der collinen bis hoch in die alpine Region (Wallis 375—2750 m, Glarus bis 2300 m, St. Gallen bis 2500 m, Bünden bis 2650 m [Sassalbo, Brockmann]). Es ist die verbreitetste Art der Gattung: im arktischen

---

[1]) Diese Artengruppe zeigt, soweit sie daraufhin untersucht wurde, eine ganz abnorme, monokotylen-ähnliche Verteilung der zerstreuten, nicht zum Ring zusammenschließenden Gefäßbündel im Rhizom (Kamienski, Vergleichende Anatomie der *Primulaceen*. — Abhandl. d. nat. Ges. zu Halle Bd. XIV, 1880).

[2]) Untersucht bei *P. auricula, pubescens, rhaetica, Clusiana, Wulfeniana, glutinosa, viscosa, minima, farinosa*; der Schleim fehlt bei *P. officinalis* und *elatior*.

[3]) Es ist kein echtes Wachs, da es schon in kaltem Alkohol löslich ist.

und besonders im subarktischen Gebiet der nördlichen gemäßigten Zone, in den Gebirgen der südlichen Gebiete derselben und in den Anden Südamerikas von Chile bis zum Feuerland kommt sie vor, in äußerst vielgestaltigen Formen. Die südamerikanischen Standorte sind durch weite Lücken von denen der nördlichen Hemisphäre getrennt. Trotzdem erscheint es uns (mit Solms-Laubach) als das Wahrscheinlichste, daß die Mehlprimel ursprünglich eine boreale Pflanze ist, die durch

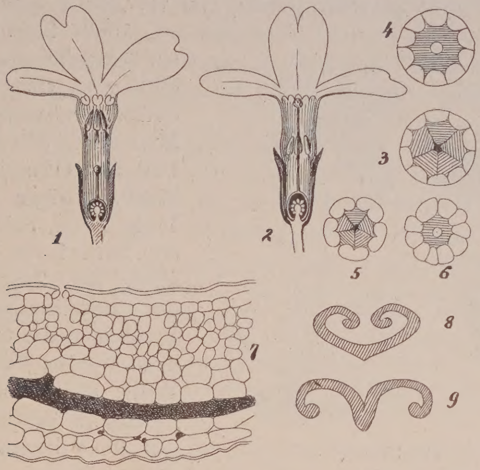


Fig. 211.

Zur Ökologie der Alpenprimeln.

1—6. Blütenverhältnisse der Mehlprimel (*Pr. farinosa*).

1. Kurzgrifflige Blüte der Alpenform im Längsschnitt: Staubgefäße oben in einer Ausweitung der Krone sitzend, Griffel kurz. 2. Langgrifflige Blüte derselben Form. 3. Durchschnittliche Weite des Eingangs der kurzgriffligen Blüte bei der Ebenenform (Norddeutschland). 4. Dasselbe von der langgriffligen Blüte. 5. Ebenso kurzgrifflige Blüte der Alpenform. 6. Ebenso langgrifflige Blüte der Alpenform. 7. Querschnitt durch das Blatt von *Primula minima* mit Schleimbildung (die schwarze Schicht). 8. Einwärts gerollte Knospenlage des Primelblatts. 9. Rückwärts gerollte Knospenlage.

(1—6 nach Müller, 7 nach Lasnewsky, 8—9 nach der Natur von L. S.)

Wanderung über die Anden allmählich so weit nach Süden gelangte; die weit klaffenden Lücken wären dann durch Aussterben entstanden.

In ihren Bestäubungsverhältnissen zeigt die Mehlprimel einen auffallenden Unterschied zwischen den Formen der Ebene (z. B. des norddeutschen Tieflandes) und der Alpen. Die ersteren haben einen viel größeren Blüteneingang und eine weitere Kronröhre, und sind wahrscheinlich Bienen und Hummeln angepaßt, die alpinen Individuen sind äußerst engröhrig und werden normal nur von Schmetterlingen bestäubt

(Fig. 211, 3—6). Hier haben wir also wieder eine Anpassung an den Falterreichtum der Alpen.

Die mit der Mehlprimel nahe verwandte **langröhrige Primel** (*Primula longiflora* Allioni, Taschenflora Tafel 9 Fig. 6) ist die einzige homostyle Art Europas (mit gleichhoch liegenden Staubbeuteln und Narben)[1]), durch ihre lange enge Kronröhre an Tagschwärmer, besonders den Taubenschwanz angepaßt. Es ist eine Pflanze der Alpweide und des Wildheurasens, auf kalkreichem Boden, besonders der Ostalpen. In den Westalpen ist sie selten (Wallis), nur von den Vispertälern östlich, von 1000—2500 m, in Tessin am Campolungopaß, in Graubünden im Oberengadin (Alp Grüm, Morteratsch, Piz Margna, Marmoré bei Sils, Muretto, Val Fex) und Ofengebiet (Alp da Munt), häufiger östlich vom Inntal (Tirol, Salzburg, Kärnten), ferner in den Belaer Kalkalpen der Zentralkarpathen, den Rodnaeralpen und im Burzenland der Ostkarpathen; dann Bosnien, Bulgarien, Kaukasus und Armenien. Ihr genetisches Zentrum dürfte in den Alpen liegen.

Fig. 212.

Primula und *Androsace*.

1. Die kleinste Primel (*Primula minima*). 2. Der Speik oder die klebrige Primel (*Primula glutinosa*). 3. Blüte des behaarten Mannsschildes (*Androsace chamaeiasme*). (1—2 nach Natur, 3 nach Müller-Lippstadt von L. S.)

Die Sektion der Aurikeln (siehe oben) ist „ein endemischer Formenkreis der europäischen Hochgebirge und erreicht ihre Hauptentwicklung in den Alpen" (Pax). Von den Alpen strahlen nur wenige Arten in andere Gebiete aus. Sie bewohnen vorzugsweise die Felsen, doch gehen einige Arten auch auf den Rasen über, besonders auf steinigen Stellen. *Pr. integrifolia* ist typische Rasenpflanze (siehe später unter Frühlingsflora).

[1]) So geben es alle Beobachter an mit Ausnahme von Kerner (Pflanzenleben II S. 355—356), der von lang- und kurzgriffligen Formen spricht. Die kurzgriffligen beschreibt er freilich so, daß sie ebensogut als gleichgrifflig bezeichnet werden könnten: der Griffel steht aus dem Schlund nicht vor und die Narbe steht ganz nahe über der Spitze der Antheren. Bei der langgriffligen Form soll die Narbe weit aus dem Schlund vorragen. Bei zahlreichen Herbarexemplaren von fast allen schweizerischen Standorten fand ich stets die Narbe über den Schlund vorragend (meist 3—4 mm, selten $^1/_2$—1 mm). Die Sache verdient erneute Prüfung!

Die **kleinste Primel** (*Primula minima* L., Fig. 212) tritt herdenweise, oft in dichten Polstern, im Rasen des Horstseggenbestandes, etwa auch des Curvuletums und Horstseggenrasens auf (*Carex sempervirens, curvula* und *ferruginea*) und vertritt auf den Schneetälchen der Ostalpen die *Primula integrifolia* der Westalpen, von den norischen bis zu den ostrhätischen Alpen (fehlt der Schweizerflora). Sie kommt von 1600—3000 m vor, und findet sich auch im Riesengebirge, den Karpathen, in Bulgarien und Thracien.

Die **klebrige Primel** (*Primula glutinosa* Wulfen, Fig. 212, 2) der „Speik" der Tiroler, ist eine kalkfliehende Rasenpflanze der Schieferalpen vom Ortler, Parpaner Rothorn, Scarltal und Veltlin bis zu den norischen Alpen, und auf Syenit und Glimmerschiefer im Gebiet der Südtiroler Dolomiten.

Der Bastard zwischen den beiden vorgenannten Arten (*Pr. Floerkeana* Schrader) ist fruchtbar, bildet zahlreiche rückgekreuzte Formen und kommt so häufig vor, daß man, wie bei *Rhododendron intermedium*, von einer „zur Art gewordenen Kreuzung" sprechen könnte.

Die Primel des Inntales (*Pr. oenensis* Thomas) bewohnt den Alpenrasen und die Felsen der westrhätischen Alpen vom Ortler bis zur Adamellogruppe und den Bergamaskeralpen; die behaarte Primula (*Pr. villosa* Jacquin) ist auf die norischen Alpen beschränkt, auf Gneis, Schiefer und Porphyr; die tiroler Primel (*Pr. tyrolensis* Schott) ist in den südtiroler Dolomiten zu Hause.

Clusius' Primel (*Pr. Clusiana* Tausch) ist ein Begleiter des Carex firma-Rasens und der „Soldanellenflur", der nördlichen Kalkalpen (Niederösterreich, Eisenerser und Salzburger Kalkalpen).

Wulfens Primel (*Pr. Wulfeniana* Schott) bewohnt die Alpenmatten und steinige Stellen in der Krummholz- und alpinen Region der Ostalpen „oft herrliche rote Teppiche bildend" (Venetische, Karnische und Sarntaler Alpen und Karawanken).

Mit den Primeln nahe verwandt sind die Mannsschilde (Gattung *Androsace*); sie sind durch die kurze krugförmige Röhre von Primula verschieden (Fig. 212, 3). Übergänge sind namentlich in Zentralasien vorhanden. Blütenbiologisch freilich sind die *Androsacen* (soweit beobachtet!) von den Primeln scharf geschieden, indem sie alle gleichgrifflig und homogam sind, relativ spärlich von Insekten besucht und mit sehr leicht eintretender Selbstbestäubung. Der Blüteneingang ist wie beim Vergißmeinnicht durch kleine Vorwölbungen verengert, die durch Kontrastfärbung ein deutliches Saftmal bilden und sich nach der Bestäubung verfärben.

Die rasenbewohnenden Androsacen der Alpen sind Miniaturprimeln mit grundständigen Blattrosetten und blattlosem Schaft mit einer Dolde kleiner Blüten. Sie gehören alle zur Sektion *Chamaejasme*, die arktisch-alpin und nordamerikanich-asiatisch ist, mit Hauptentwicklung im Himalaya. Sie bewohnen vorzugsweise die offene vielbegangene Milch-

krautweide, seltener Nardetum und Curvuletum und sind ziemlich indifferent mit Bezug auf die geologische Unterlage.

Der **niedrige Mannsschild** (*A. chamaejasme* L., Taschenflora Taf. 9 Fig. 7 und Textfigur 212), weißblühend oder rötlich, mit gelbem Schlund, ist die verbreitetste Art und die einzige nordische unter den alpinen: Eurasiatische Hochgebirge, von den Alpen und Karpathen durch Kaukasus, Himalaya, Westtibet, Südsibirien, arktisches Ostsibirien, Novaja-Semlja, Kamtschatka, Kurilen bis zur Behringstraße, dann Nordamerika, dort bis zum Rio Colorado und dem Felsengebirge. In den Alpen zieht sie den Kalk vor (Wallis 1700—3000 m, Glarus 1630—2500 m, St. Gallen 1400 bis 2400 m, Bünden 1450—2760 m, Bayern 1800—2570 m).

Fig. 213.
Die Alpen-Grasnelke.
(*Armeria alpina* L.)
(Nach Natur von L. S.)

Der **stumpfblättrige Mannsschild** (*A. obtusifolia* Allioni, Taschenflora Tafel 9 Fig. 9), ist nur auf den Alpen, im Riesengebirge und den Karpathen zu Hause, bewohnt mehr die zentralen Ketten und bevorzugt das Urgebirge (Wallis 1800—3400 m, Glarus 1630 2480 m, Bünden 1650—2800 m, St. Gallen von 1800 m an, Bayern (selten!) 1800—2200 m).

Der **fleischrote Mannsschild** (*Androsace carnea* L., Taschenflora Tafel 9 Fig. 8) ist ein kalkscheuer Frühblüher hochalpiner trockener Weiden (Wallis 2000—3000 m) von ausgesprochen westlicher Verbreitung, nach Osten sich mehr verlierend: Pyrenäen, Auvergne, Vogesen (Sulzer Belchen), Westalpen (Alpes maritimes, Basses Alpes, Dauphiné, Savoyen), Piemont, Jura — für Wallis besonders charakteristisch, von dort nach den Waadtländeralpen ausstrahlend, dann am Lukmanier und von dort in weitem Sprung nach dem Comersee, Veltlin, Stilfserjoch, Seisseralp übersetzend. Pampanini leitet ihn aus den Pyrenäen her.

Die übrigen *Androsace*-Arten sind felsenbewohnende Polsterpflanzen. Die *Soldanella* behandeln wir bei der Frühlingsflora. Dagegen ist hier

noch als Rasenpflanze **Vitals Gregorie** (*Gregoria Vitaliana* [L.] Hooker) anzuführen (Taschenflora Tafel 9 Fig. 10), mit locker rasigem Wuchs ausgedehnte Polster bildend, mit relativ großen gelben langröhrigen Blüten und nur 2 Samen pro Kapsel (dadurch von Primula verschieden). Sie hat ein auffallend zerstückeltes Areal: Sierra Nevada Spaniens, Aragonien, Pyrenäen (Westalpen), von den Seealpen bis zum Simplon südlich Südtirol, Venetien, Friaul und Abruzzen. Es knüpft sich daran eine vielbesprochene Diskussion über monotope oder polytope Entstehung, worüber ich auf das im letzten Abschnitt dieses Buches von Frau Brockmann-Jerosch Gesagte hinweise. Die reiche Entwicklung der nahe verwandten Gattung *Dionysia* in Persien (20 Arten) läßt an einen tertiären Ursprung auch der *Gregoria* im Osten denken.

Im Anschluß an die *Primulaceen* möge hier noch die **Alpengrasnelke** (*Armeria alpina* [Hoppe] Willd., Fig. 213) erwähnt werden, aus der nahe verwandten Familie der *Plumbaginaceen* stammend. Sie bildet dichte Horste aus grasartigen Blättern, und trägt kuglige, brennend rote Blütenköpfe auf nacktem Schaft. Die lange wachstumsfähige und darum weich bleibende Stelle des Schaftes unter dem Kopf wird durch eine abwärts reichende Hülle aus Hochblättern geschützt. Sie findet sich in den Alpen von der Dauphiné bis nach Krain, vorzugsweise am Südhange und ist wohl aus mediterranen Formen abgezweigt. In der Schweiz kann sie „als das spezielle Wahrzeichen des Südabhangs der Gotthard- und Adulaberge gelten" (Christ).

§ 17. Übrige dikotyle Wiesenpflanzen der Alpen.

Der **lebendiggebärende Knöterich** (*Polygonum viviparum* L., Taschenflora Tafel 21 Figur 9 und Textfigur 214) bildet im Boden eine dicke kräftige Knolle. Die Wurzeln zeigen nach Hesselman (siehe Anm. 2, S. 185) eine äußere Verpilzung („ektotrophe Mykorhiza"), und zwar an arktischen wie an alpinen Exemplaren (Fig. 214). Sie überzieht die Wurzelspitze und bildet einen dichten, mehrschichtigen Mantel um die älteren Teile. Die dicklichen ledrigen Blattspreiten (xerophytische Anpassung! Unkraut!) sind am Rande umgerollt und durch die kolbig verdickten vorragenden Nervenendigungen fein gezähnelt. Der Blütenstand trägt nur oberwärts die kleinen schneeweißen Blüten, die in ihren Bestäubungseinrichtungen in verschiedenen Gegenden (Grönland, Norwegen, Schweden, Nordalpen, Südalpen) außerordentlich schwankend sind: teils zwittrig und vormännig oder homogam, teils rein weiblich, teils mit allen Abstufungen der Zwittrigkeit bis zur reinen Männlichkeit; dabei sind entweder beiderlei Blüten auf demselben Stock, oder es kommen rein weibliche und rein männliche Stöcke vor; Müller fand sie in der Schweiz und Österreich reichlich Nektar ausscheidend. Ricca im Val Camonica honiglos. Trotz der zahlreichen Insektenbesuche und der Möglichkeit der spontanen Selbstbestäubung sind Früchte allgemein selten. Dafür vermehrt sich die Pflanze in reichlichem

Maße durch kleine eiförmige stärkegefüllte Knöllchen, die an Stelle der Blüten auftreten und entweder den ganzen Blütenstand, oder nur die untere Hälfte derselben einnehmen. Oft keimen diese Knöllchen noch auf dem Blütenstand; sie fallen sehr leicht ab und können vom Wind weiter gerollt werden. Oder sie werden vom Schneehuhn verbreitet, dessen Lieblingsnahrung sie bilden: wenn es im Heißhunger zu viel gefressen hat, speit es die Bulbillen aus dem Kropfe wieder aus. Stets findet man im Magen getödteter Schneehühner, in den Alpen wie im hohen Norden, diese Bulbillen.

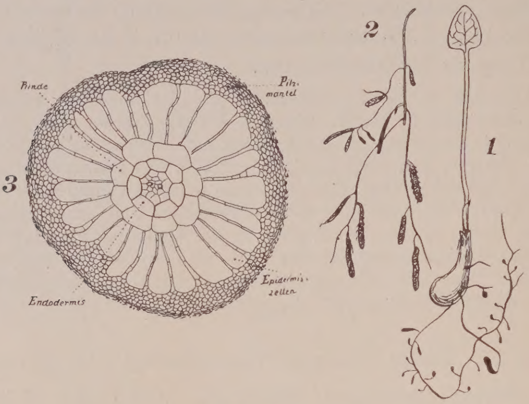


Fig. 214.

Die Pilzwurzel des knöllchentragenden Knöterichs.
(*Polygonum viviparum* L.)

1. Austreibendes Knöllchen (Spitzbergen). Die angeschwollenen Partien der feineren Würzelchen sind schon verpilzt. 2. Teil eines Wurzelsystems mit älteren Pilzwurzeln (die verdickten Partien). 3. Querschnitt durch eine Pilzwurzel: der dicke gewebeartige Pilzmantel umgibt die Wurzel völlig und dringt zwischen die langgestreckten Oberhautzellen hinein. (Nach Hesselman.)

Polygonum viriparum ist ein außerordentlich häufiger, sehr anpassungsfähiger Bewohner des Rasens in allen seinen Formen und auf allen Bodenarten, besonders aber der Weide, der Schneetälchen und des Curvuletums, von den Heiden des bayrischen Vorlandes und der montanen Region der Alpen bis in die Nivalregion (tiefste Standorte: 485 m Glarus, 600 m Wilderswil, 900 m Véronaz im Wallis, Alt-St.-Johann in Toggenburg, als Glazialrelikt bei Augsburg 490 m, höchste 3000 m auf dem Piz Costeinas, 2850 m Eggischhorn). Er ist eines der häufigsten arktischen Elemente unserer Flora, eine weitverbreitete alte Glazialpflanze (eurasiatische Gebirge von den Pyrenäen bis Kaukasus, Ural, Altai, Himalaya und zentralasiatische Gebirge, Rocky Mountains, zirkumpolar, in den Dryastonen Mitteleuropas fossil gefunden).

Wenn wir zur Zeit des Hochstandes der Wiesenflora, unmittelbar vor der Heuernte, etwa Anfangs Juli, unsere alpinen Wiesentäler durchwandern (Urserental, St. Antönien, Evolena, la Rösa an der Berninastraße), so schimmern oft die

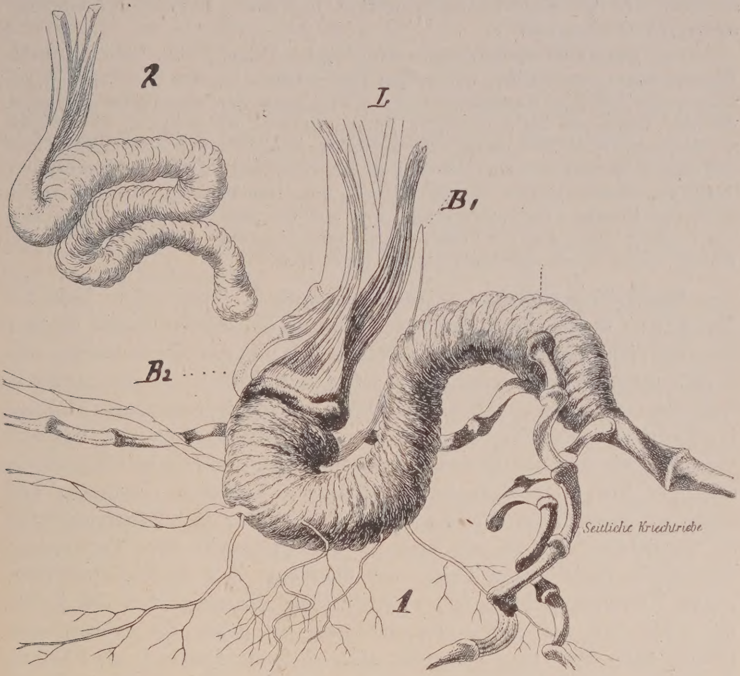


Fig. 215.

Der Erdstock des Schlangenknöterichs.
(*Polygonum bistorta* L.)

1. Das schlangenartig gebogene verdickte Ende eines normalen Rhizoms; von dicht stehenden Blattnarben geringelt und zahlreiche Ausläufer erzeugend. Am Ende die Basis des oberirdischen Laubtriebes (L), ein ältlicherer seitlicher Blütentrieb (B_2) und eine Knospe eines solchen (B_1). — 2. Abnormer, doppelt gebogener Erdstock.
(Nach der Natur von C. S.; aus St. u. Schr., Alpenfutterpfl.)

Talgründe rötlich von den pfirsichblütigen Scheinähren des **Schlangenknöterichs** (*Polygonum bistorta* L.), der in dichten Massenvegetationen truppweise die Wiesen besiedelt. Dieses gesellige Wachstum wird bedingt durch die Produktion zahlreicher Ausläufer, die dem schlangenförmig gekrümmten und stark verdickten Ende des Wurzelstocks entspringen (Fig. 215). Mit dieser ausgiebigen vegetativen Vermehrung steht wohl die schlechte Keimfähigkeit der Samen in Zusammenhang. Der Schlangenknöterich ist ein weitverbreiteter Bestandteil feuchter und fetter Wiesen der Berg- und subalpinen Region (Flachmoore montaner Fazies, Agrostis- und Romeyen-Typus der gedüngten Mähewiesen)

von 425—2500 m, mit Hauptregion von 800—1900 m. Es ist eine gute Mähepflanze für Grünfütterung; beim Trocknen aber schrumpfen die Blätter sehr stark. Das Weidevieh verschmäht sie völlig. Die Gesamtverbreitung zeigt uns den Schlangenknöterich als montane Gebirgspflanze des ganzen Europas, außerdem auf dem Kaukasus und Himalaya, in Sibirien, Kamtschatka und dem arktischen Nordamerika.

Der **Alpenknöterich** (*Polygonum alpinum* Allioni), eine hohe stattliche Wiesenpflanze mit reichen, weißgelben Blütenrispen, ist eine Zierde der Mähewiesen und der Hochstaudenfluren des Waldgürtels der transalpinen Gehänge von den Westalpen bis Judicarien. In der Schweiz überschreitet die Pflanze an einzelnen Orten die Grenzscheide zwischen südalpiner und nordalpiner Flora und charakterisiert südalpine Kolonieen am Nordhang, so im Berneroberland (Haslital), Gotthardgebiet (Urserental) und im Hinterrheintal. Im Oberwallis heißt die Pflanze „Pommaterchrut“, was auf ihr südliches Hauptgebiet hinweist. Sehr häufig sind die Früchte durch einen Brandpilz (*Sphacelotheca hydropiperis* DBy.) in ein schwarzes Pulver verwandelt.

Das **Brillenschötchen** (*Biscutella laevigata* L., Taschenflora Tafel 21 Fig. 11) ist durch eine Rosette steifhaariger bis beinahe kahler Blätter, eine stattliche Rispe leuchtend gelber Blüten und das eingeschnürte, aus 2 sich nicht öffnenden einsamigen geflügelten Hälften zusammengesetzte Schötchen bezeichnet. Es ist ein Bewohner sonniger trockener Halden, im Rasen des Seslerietums, Brachypodietums, Brometums und Semperviretums, wie auf den Übergängen zum Schutt, auf nacktem Geröll wie auf Fels, auf allen Bodenarten, selbst auf Serpentin, immerhin mit etwelcher Vorliebe für den Kalk; durch Düngung und Wässerung wird es vertrieben. Es ist wie seine pflanzengeographischen Verwandten *Globularia, Sesleria* und *Erica,* wie überhaupt sehr viele Xerophyten, gegen Höhenunterschiede fast unempfindlich und steigt von der Küste der Adria und den Ufern des Gardasees bis gegen die Schneegrenze (Wallis 450—2800 m, Adulagebiet 400—2300 m, Puschlav bis 2600 m, St. Gallen überall bis zur Schneegrenze, Bayern 422—2100 m). Nach Drude erreicht die Pflanze auf den Bergwiesen der subalpinen Region der Alpen ihre weiteste Verbreitung und geht von da abwärts und aufwärts. Sie ist in ganz Europa mit Ausnahme von Skandinavien, England, Holland, Griechenland, Türkei und Rußland verbreitet, wird von Gradmann zu der „pontischen Steppenheidegenossenschaft“ gerechnet, von Loew zu seinen „Pflanzen der postglazialen Stromtäler“ und hat eine Reihe Verwandter im mediterranen Süden.

Das vielgestaltige **Sonnenröschen** (*Helianthemum chamaecistus* L.) und seine großblütige Abart (var. *grandiflorum* D. C. Taschenflora Tafel 3 Fig. 2) zeigt ähnliche Standortsansprüche und Höhenverbreitung wie *Biscutella*; es ist besonders ein typischer Begleiter der Sesleriahalde und des Horstseggenrasens, geht aber auch sehr häufig auf nackten Schutt über. Es wächst von der Ebene bis 2800 m in Wallis, 2360 m in Glarus, 2780 m im Puschlav, 2000 m in St. Gallen, 2240 m in Bayern).

Die bis 3 cm messende Blüte ist honiglos und bietet in ihren zahlreichen Staubblättern den pollensuchenden Kreuzungsvermittlern reiche Beute; der Insektenbesuch ist denn auch ein sehr reichlicher (53 Arten beobachtete Müller). Sie sind sehr empfindlich gegen Temperaturdifferenzen: bei Sonnenschein sind sie weit geöffnet, das leuchtende Blumengesicht der Sonne entgegengebreitet und mit ihr sich drehend, bei Regen und nachts schließen sie sich und werden hängend, so den Pollen schützend. Die Pflanze ist ein mitteleuropäisches Ubiquist, dessen meiste Verwandte im Mediterrangebiet zu Hause sind.

Dasselbe gilt für den schönen blaublühenden **Alpenlein** (*Linum alpinum* Jacquin), der sonnige steinige Hänge des Kalkgebirges, von Südwesten her den äußern Kalkketten folgend, ziert (massenhaft z. B. am Südhang der Curfirsten ob Quinten); er ist nur in den Alpen von der Schweiz bis Kärnthen und in Norditalien zu Hause.

Wer bei hellem Sonnenschein etwa im Juli die Mähder der Schanfigger Heuberge hinanklimmt, der ist, wenn er sich dem Grat bei ca. 1900 m nähert, freudig überrascht von den zahllosen blauen Blumengesichtern, die ihn anblicken. Das ist das **langspornige Stiefmütterchen** (*Viola calcarata* L., Taschenflora Tafel 23 Fig. 1), eine der schönsten Zierden der kurzrasigen Alpweide. Mit langen unterirdischen Ausläufern durchspinnt diese Pflanze den Rasen, bildet am Ende derselben eine kleine Rosette rundlicher, entfernt gekerbter Blättchen und einen kurzen, graziös übergebogenen Stengel, an dessen Ende die sammetblaue Blüte hängt. Sie kehrt ihre flach ausgebreiteten Kronblätter der Sonne zu. Selten ist sie gelb (var. *flava* Becker),[1]) noch seltener weiß. Während die meisten Veilchenarten Bienenblumen sind, hat sich diese alpine Art, dem Falterreichtum ihres Gebietes entsprechend, an Schmetterlinge angepaßt. Der ganz enge Blüteneingang und der lange dünne Sporn sind dafür deutliche Hinweise. In der Tat beobachtete Müller 9 verschiedene Schmetterlinge an der Arbeit, darunter auch den Taubenschwanz (*Makroglossa stellatarum*), der in $6^3/_4$ Minuten nicht weniger als 194 Blüten absuchte. Selbstbestäubung ist ausgeschlossen.

Das langspornige Veilchen ist eine typisch alpine Bewohnerin der Mähewiesen, der Weide, sonniger Hängen und des Schuttes, besonders auf kalkreichem Boden, in Bayern nur auf Dolomit, von 1500—2700 m im Wallis, 1850—2500 m in Glarus, 1600—2800 m im Adulagebiet,

---

[1]) Die ebenfalls gelbblühende *Viola Zoysii* Wulfen, die meist mit der gelben Abart der westalpinen *calcarata* identifiziert wurde, ist nach W. Becker (Die systemat. Behandl. der Formenkreise der *Viola calcarata* und *lutea* usw. — Beihefte zum bot. Centralblatt, Bd. XVII, 2, S. 347, 1904) ein gut charakteristische ostalpine und illyrische Unterart, durch breitere Blätter, weniger gezähnte Nebenblätter, kürzeren Blütenstiel und sattgelbe (nicht blaßgelbe) Krone von *V. calcarata* var. *flava* deutlich verschieden.

bis 3000 m am Piz Beverin, 1790—2500 m in Bayern, nirgends tief herabsteigend. Ihre Gesamtverbreitung erstreckt sich über den Jura, die Westalpen (bis zum Wormserjoch, in Bayern bis zum Lech). In den Ostalpen wird sie durch *Viola Zoysii* Wulfen und durch die kleinere *Viola alpina* L. ersetzt. Der ganze reiche Formenkreis, der sich an *V. calcarata* anschließt, ist nach Becker südlichen Ursprungs. Er erstreckt sich von Madeira bis zu den chinesisch-sibirischen Grenzgebirgen, wird von Kleinasien an nur durch *V. altaica* vertreten und hat sich in Europa in zahlreiche Unterarten gespalten, deren eine eben unsere *V. calcarata* im engern Sinn ist.

Eine zentralalpine Art, in Sprüngen von der Dauphiné und dem Piemont bis Kärnten reichend, ist das seltene **gefiederte Veilchen** (*Viola pinnata* L.), eine Bewohnerin der Koniferenzone. Mehr den äußeren Kalkketten[1]) gehört die dem echten Stiefmütterchen nahe verwandte ebenfalls vorwiegend subalpine *Viola lutea* Hudson, das **gelbe Veilchen** mit blauem Sporn (Karpathen, deutsche Mittelgebirge, Rottenmanner Tauern (var. *sudetica*), Schweiz, Elsaß, Frankreich, Rheinprovinz, England, Schottland (var. *elegans*).

Bloß kurz berühren können wir noch folgende Arten der alpinen Wiesenbestände:

Polygala alpestre Reichenbach, Wallis 1000—2700 m, Pyrenäen, Alpen, Karpathen, Kaukasus, auf Weiden und Mähewiesen.

Polygala alpinum Perrier et Songon, im Wallis von 2000—3000 m, nur Alpen und Pyrenäen.

Dianthus glacialis Haenke, die **Gletschernelke**, niedrig, gedrungen, mit grasartigen Blättern und spannenhohem Blütenstengel, kommt auf kalkarmem Gestein in den Ostalpen (Großglockner bis Adamello und Graubünden) und Karpathen vor. Pampanini leitet ihn von den Karpathen her, Pax umgekehrt von den Alpen.

Viscaria alpina (L.) Don., in der Schweiz nur im Wallis (1900—2900 m), Berneroberland (Kiental und Gemmi), Engadin und Avers (2760 m), ferner Tirol, Steiermark und Kärnten, ist ein arktisch-altaisches Element und eine protandrische Falterblume, nach Vanille duftend, mit weiblichen Stöcken.

Galium asperum Schreber, besonders in der Subspezies *anisophyllum* (Villars) Briquet, in Wallis von 1700—2500 m, Bünden 2800 m, von Spanien bis Makedonien auf den Gebirgen, auf steinigen Weiden und auf Schutt.

Ajuga pyramidalis L., weit verbreitet auf den Gebirgen Europas von den Pyrenäen bis zum Kaukasus, nordwärts bis Schottland und Skandinavien (nicht bis zur Arktis), in den Alpen vorwiegend subalpin (Wallis 900—2400 m, bayrische Alpen 1460—2200 m), als „postglaziales Relikt“ zerstreut im Schwarzwald, der Rheinebene und der schwäbischen Alp.[2])

---

[1]) In der Schweiz nach Becker: Großer St. Bernhard, Kaiseregg und Berra (Kanton Freiburg), Abläntschen, Adelboden, Sarnen, Stockhorn, Grimsel, Brünig, Pilatus.

[2]) Vergl. Eichler, Gradmann u. Meigen, Ergebnisse der pflanzengeograph. Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. — II. Teil (Subalpine und präalpine Gruppe). — Stuttgart 1906.

Myosotis alpestris Schmidt, das **Alpen-Vergißmeinnicht,** ist die durch Zwischenformen mit der Stammart verbundene alpine Rasse des Waldvergißmeinnichts (*Myosotis silvatica* [Ehrh.] Lehmann), eine weit verbreitete Gebirgs- und zirkumpolare Pflanze von subalpin-alpinem Höhencharakter (Wallis 1600 bis 2950 m, Bünden 1220—2850 m).

Horminum pyrenaicum L. ist eine vorwiegend subalpine, kalkliebende Wiesenpflanze des Südabhangs der Alpen, von vorherrschend östlicher Verbreitung: Pyrenäen, dann sehr selten in den apuanischen Alpen, Seealpen und Savoyen; beginnt in Bünden häufiger zu werden (Valser-Berg, Safien, Münstertal, Ofengebiet) und ist von der Grigna am Comersee bis zu den julischen Alpen eine Charakterpflanze der südlichen Kalkalpen; einzelne versprengte Kolonien in den nördlichen Kalkalpen (Bayern, Salzburg) sind schwer zu erklären. Es ist ein ganz isolierter Typus von altem Charakter, die einzige Art ihrer Gattung, von alpinem oder pyrenäischem Ursprung.

Auch einige Farnkräuter finden sich sehr häufig im Alpenrasen:

Die **bedörnelte Selaginelle** (*Selaginella selaginoides* Link.) ist ein moosähnlich im Rasen kriechendes Gewächs, das seine Sporangienähren (oben Kleinsporenbehälter, unten Großsporenbehälter) wenige Zentimeter hoch erhebt. Es ist ein weitverbreiteter borealer Typus, in den Alpen als häufiger Weidebewohner bis 2400 m (Wallis) steigend.

Die **Mondraute** (*Botrychium lunaria* [L.], Ser.) ist „in der norddeutschen Ebene eine Wiesenpflanze des Tieflandes, findet sich aber in der Schweiz erst auf den Weiden des Gebirges von 800—1000 m an häufig" (Christ) und geht bis 2000 m. Sie ist in ganz Europa, Nordasien bis Japan, Nordamerika, Australien und Chile verbreitet.

Anhang zur Wiesenflora.

I. Die Frühlingsboten des Alpenrasens, eine ökologische Untergruppe der Wiesenflora.

Werfen wir noch einmal einen Blick auf unsere Tabelle IV mit der graphischen Darstellung des „Ausaperns und Einschneiens" und erinnern wir uns des auf S. 51 über die Lufttemperatur zur Zeit der Schneeschmelze Gesagten: sie wird nach oben zu immer höher; wenn also in der alpinen Region die weiße Decke von der ruhenden Pflanzenwelt weicht, dann finden die schwellenden Knospen gleich warme Frühlingslüfte! Drunten vergehen nach der Schneeschmelze noch Wochen, bis die braunen Wiesen ergrünen: auf dem Gebirge folgt dem starren Winter unmittelbar der jauchzende Alpenfrühling, der die Ränder der schmelzenden Schneefelder mit einem bunten Blütenkranz umsäumt.

Die frühlingsdurstigsten dieser „Pflanzen des schmelzenden Schnees" sind die *Soldanellen,* die **Alpenglöckchen** (Fig. 216 und 217).

Kerner gibt in seinem „Pflanzenleben" eine anmutige Schilderung des Erwachens der Soldanellen, begleitet von einer farbigen Darstellung (I, S. 484). Unter einem wegschmelzenden Schneefelde, dessen untere

Schichten aber völlig vereist sind, wird es lebendig. Aus dem vom Schmelzwasser überrieselten Erdreich erheben sich die Blütenknospen der Soldanellen; ihre im vorigen Herbst nur wenige Millimeter erreichenden Stengelchen wachsen bei einer Temperatur der Umgebung von 0° bogenförmig in die Höhe und so kommen die Blütenknospen mit der Firndecke in Berührung. Sie vergrößern sich rasch und beginnen sich violett zu färben. Dieses Wachstum erfolgt auf Kosten der in den dicken ledrigen Blättern und dem Wurzelstock aufgespeicherten Reservestoffe.[1]) Dabei atmet die Pflanze und die dadurch erzeugte Wärme schmilzt das körnige Eis des Firnfeldes, so daß jede Soldanellenknospe sich eine kleine hohle Eiskuppel in das Eis hineinschmilzt. Da der Stengel sich weiter streckt, schmilzt sich die Blüte allmählich einen Kanal durch die Firndecke hindurch und man sieht die zierlichen Glöckchen über dem Schnee im Winde schwanken! Manchmal beginnen sie auch schon vorher in einer noch geschlossenen Eiskuppel zu blühen.

Neuerdings hat J. Braun in den Bündner-Bergen die Sache einläßlich verfolgt; er kommt zu einer etwas andern Auffassung (schriftliche Mitteilung): Nach Kerner wächst also der Soldanellenstengel immer direkt vertikal nach oben in den Schnee hinein, indem er durch seine Atmungswärme sich ein Loch ausschmilzt. Nach Braun ist das direkte Hineinwachsen nur möglich, wenn der Schnee etwas locker und weich ist, wobei aber nur ein Durchdrücken stattfindet. Braun beobachtete, daß unter einer 40—60 cm tiefen Schneedecke zwischen Boden und Firn die Soldanellenstengel sich stark gestreckt hatten. Sie lagen nach allen Richtungen niedergestreckt und zeigten dabei eine Spannung; wird der Schnee abgehoben, so schnellen sie nach oben. Sie waren im übrigen völlig entwickelt, in voller Blüte begriffen. Unter tiefem Schnee also sind die Soldanellen der Firndecke von unten her angepreßt: ein Eindringen in dieselbe durch Eigenwärme findet also hier nicht statt. Erst wenn die Decke dünner und weicher zu werden beginnt, so schmelzen die Soldanellenstiele durch. Nach Braun spielt aber hierbei die Eigenwärme keine Rolle: die toten Fruchtstände der Primeln und Gentianen fressen auch einen Kanal im Schnee aus. Vielmehr ist es die durch die diathermane Schneedecke hindurch stattfindende Erwärmung der dunkeln Blüten und Stengel durch die Sonnenstrahlung, welche das Durchschmelzen bedingt.

Die Blüten der Soldanellen haben alle eine hängende, am Rande zerschlitzte blaue oder violette Krone, welche im Grunde den Honig birgt. Bei den „trichterblütigen“ Arten (*Crateriflores*) ist der Honig außerdem durch stark entwickelte Schlundschuppen gegen Honigraub geschützt (Fig. 216, 1, 2); violette Längsstreifen in der Krone fehlen. Die Narbe ragt weit über die deutlich

---

[1]) Nach Schellenberg ist es Reservezellstoff.

zugespitzten Staubgefäße hinaus, kann aber doch in den meisten Fällen mit eigenem Pollen bestäubt werden. Bei den röhrenblütigen Arten („*Tubiflores*", Fig. 216, 3, 4) ist die Krone fast zylindrisch und viel enger, die Schlundschuppen fehlen oder sind ganz schwach entwickelt, die Antheren nicht oder schwach gespitzt, violette Längsstreifen in der Krone fungieren als Saftmal; auch hier ist Selbstbestäubung möglich.

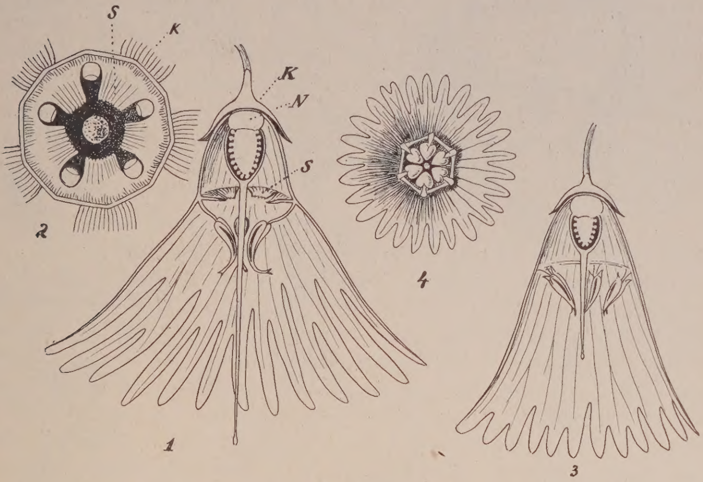


Fig. 216.

Die Blütenverhältnisse der Soldanellen.

1. Längsschnitt durch die Blüte von *Soldanella alpina*. K=Kelch, N=Nektarium, die als Honigdrüse entwickelte angeschwollene Unterlage des Fruchtknotens. S=Schlundschuppen, quer entwickelte, als Saftdecke dienende, vorragende häutige Gebilde. 2. Blüte dicht über der Saftdecke abgeschnitten und von oben gesehen. S = Schlundschuppen, K = Kelch. 3. Blüte von *Soldanella pusilla* im Längsschnitt: Schlundschuppen fehlen. 4. Dieselbe gerade von oben gesehen. (Nach MÜLLER-LIPPSTADT und eigenen Beobachtungen von L. S.)

Unsere Alpen beherbergen 5 Arten:[1])

Zu den Trichterblütigen (mit großen matten Blättern [2—3 cm Durchmesser], die nur unterseits Spaltöffnungen haben und 2—6 blütigen Schäften) gehört zunächst die stattlichste Soldanella, eine Kalkpflanze der Waldregion, die *S. montana* Mikan (das **Berg-Alpenglöckchen**, Fig. 217, 1) (Westpyrenäen, bayrische Alpen, Böhmerwald, Salzburg, Ober- und Niederösterreich, Steiermark, Karpathen, Balkan) und die mit ihr nahe verwandte *major* Neilreich (östlichster Teil der nördlichen Kalkalpen). Die verbreitetste *Soldanella* der alpinen Region ist die *alpina* L. (das

[1]) Vergl. auch: VIERHAPPER, Übersicht über die Arten und Hybriden der Gattung *Soldanella*. — Festschrift für P. ASCHERSON, Leipzig 1904, S. 500.

Fig. 217.
Die Soldanellen der Alpen.

Erläuterung zu Fig. 217.

1 (links). Die Berg-S. (*S. montana* Mikan). 2 (in der Mitte). Die Alpen-S. (*S. alpina* L.). 3 (rechts oben). Die zierliche S. (*S. pusilla* Baumgartner). 4 (rechts unten). Die kleinste S. (*S. minima* Hoppe). (1 und 4 nach Wettstein, 2—3 nach Pax; durch ein Versehen ein wenig über Naturgröße!).

gemeine Alpenglöckchen, Fig. 216, 1 und 217, 2), die von den Pyrenäen[1]) über die Auvergne durch den ganzen Alpenzug bis in die illyrischen Gebirge reicht. Sie bewohnt die Milchkrautweide, den Schneetälchenrasen, mischt sich auch unter die Legföhren, Alpenerlen und Alpenrosen und steigt weit herab; sie geht im Wallis von 900(460)—3000 m, in Glarus von 500—2400 m, in St. Gallen und Appenzell von 600 bis 2200 m, in Graubünden bis 3800 m („Terasse“ am Piz Bernina, Calberla, Jahrb. d. S. A. C. Bd. 9, S. 532), in Bayern 1000—2275 m. Sie kommt auf Kalk wie auf Urgebirge vor.

Die röhrenblütigen Soldanellen sind kleiner; die Blattspreite unter 1 cm breit, glänzend, der Schaft meist einblütig. Hierher gehört die **zierliche Soldanella** (*S. pusilla* Baumgarten, Fig. 217, 3), mit sitzenden Drüsen am Blatt- und Blütenstiel und geschwänzten Staubbeuteln (Fig. 216, 3); es ist eine hochalpine Rasenpflanze des kalkarmen Bodens der Alpen, Karpathen und Balkangebirge. Sie geht im Wallis von 1800—3100 m, in Glarus von 1800—2800 m, in St. Gallen und Appenzell von 2000 m aufwärts, selten schon bei 1600 m. Sie findet sich auch mit weißen und helllila Blüten, und nicht selten mit korollinisch umgewandeltem Kelch.[2])

Die zweite Art der Röhrenblütigen ist die *S. minima* Hoppe (das **kleinste Alpenglöckchen**), mit gestielten Drüsen und ungeschwänzten Staubbeuteln (Fig. 217, 4). Hier sind die Schlundschuppen manchmal ausgebildet.[3]) (Östliche und südliche Kalkalpen, Karst, Abruzzen).

Die sehr zahlreichen Bastarde der Soldanellen (stets durch 25 bis 80 % sterile Pollenkörner ausgezeichnet) hat Vierhapper in der erwähnten Schrift zusammengestellt. Folgende kommen in den Alpen vor:

pusilla × *minima* (Obir), *pusilla* × *austriaca* (Hochschwab), *pusilla* × *alpina* (Tiroler Zentralalpen, Fürstenalp bei Chur, leg. Volkart)

---

[1]) Vierhapper trennt diese westliche Sippe als *occidentalis* Vierhapper ab (Pyrenäen, Apennin, westliche Alpen), mit tiefer zerschlitzter Krone (Hauptbuchten über die Mitte reichend).

[2]) Müller-Lippstadt unterscheidet hier zwei morphologisch und biologisch verschiedene Rassen: die forma *pendula* hat ein langes enges, senkrecht hängendes Glöckchen und ist eine Bienenblume, die forma *inclinata* hat ein offeneres, schief hängendes Glöckchen, das auch von kurzrüßligen Besuchern aufgesucht wird. Eine weitere Verfolgung dieses Verhaltens dürfte sich lohnen.

[3]) Vierhapper trennt davon ab: *S. austriaca* Vierhapper, durch das Vorkommen von Spaltöffnungen auch auf der Oberseite des Blattes von allen andern Soldanellen verschieden, im östlichen Teil der nördlichen Kalkalpen.

minima × *alpina* (südliche Kalkalpen), *austriaca* × *alpina* (nördliche Kalkalpen), *austriaca* × *major* (Sonnwendstein in Niederöstesreich), *austriaca* × *montana* (Göller in Niederösterreich), *alpina* × *major* (Scheibenkogel bei Mürzzuschlag), *alpina* × *montana* (Göller).

Fig. 218.

Eine *Crocus*-Wiese an der Rigi.

Unterhalb Rigi-Kaltbad bei ca. 1400 m, 20. April 1905 aufgen. von E. Ganz (Zürich).

Unmittelbar neben dem Schnee entsprießen dem braunen, von vergeilten Trieben bedeckten Boden die leuchtenden Kelche des **Frühlingssafrans**[1]) (*Crocus vernus* L., Taschenflora Tafel 24 Fig. 10). Ganze Hänge überzieht er mit seinem herrlichen Frühlingsblütenschnee, der oft noch in den Winterschnee übergeht (Fig. 218). Zwischen den weißen Exemplaren finden sich, meist in Minderzahl, violette oder violletgestreifte.[2])

---

[1]) Er heißt auch Brennwürzli, Guggasli, kleine Zeitlose, Reifenhüet (Schweiz), Blümischken (Kärnten), Schneeblümel (Österreichische Alpen), Minchületta da primavaira (romanisch).

[2]) Müller fand die weißen stets um mindestens das 10fache an Zahl überlegen; Meylan teilt im „Rameau de sapin“ 1906 Nr. 8, als Antwort auf eine

Der Honig, vom Fruchtknoten ausgesondert, steigt in der dünnen Perigonröhre so hoch, daß selbst Hummeln oben zu nippen vermögen; normal freilich sind Falter die Bestäuber; Selbstbestäubung ist möglich; ob sie wirksam ist, bleibt zu untersuchen.[1])

Die Pflanze bildet im Boden eine kuglige Knollenzwiebel, jedes Jahr eine neue, welche der alten oben aufsitzt. Da so die junge Knolle immer etwas höher oben sitzt als die alte, müsste sie allmählich aus dem Boden herauswachsen. Dagegen schützt sich die Pflanze durch Bildung von Kontraktionswurzeln, welche jedes Jahr die Knolle wieder um so weit herabziehen, als sie empor gewachsen ist, so daß sie immer in derselben Tiefe bleibt. Die Knollen scheinen in manchen Fällen durch Maulwürfe verbreitet zu werden: Schoenach beobachtete bei Bad Schartl (1427 m) in Vorarlberg, daß auf den Maulwurfshügel Hunderte von aufgewühlten Knollen lagen. Durch Regen und die künstliche Verteilung der Haufen können diese Knollen verschleppt werden. Der unterständige Fruchtknoten sitzt tief in der Erde, unmittelbar über der Knolle; die reifende Frucht wird durch Streckung des Stengels emporgehoben; im Juni finden wir die 3 klappig aufspringende reife Kapsel auf schlaffem bleichem Stiel hoch emporgehoben: „jetzt ist es Zeit zum Mähen“, sagt der Älpler. Die schmalen grasähnlichen, beiderseits nach unten eingerollten Blätter sind xerophytisch angepaßt, wohl wegen der „physiologischen“ Trockenheit des kalten, vom Schmelzwasser durchtränkten Bodens.

Der *Crocus* ist ein Bewohner der Waldregion, der einerseits etwas über die Baumgrenze hinaus und anderseits oft in die Ebene herabsteigt (Wallis 375—2300 m, Glarus 780—1760 m, St. Gallen: Bergregion bis

---

Aufforderung Moreillons im selben Journal mit, daß er den Prozentsatz mit den Jahrgängen wechselnd gefunden habe: gewöhnlich bis 50 % violette, 1906 nur ca. 41 ‰ (bei St. Croix im Waadtländer Jura). Er fand die blauen mehr auf Weiden, die weißen auf Mähewiesen. Ob wirklich diese Beziehung allgemein existiert, und ob die violette Form an Tagfalter, die weiße an Nachtfalter angepaßt ist, bleibt noch zu untersuchen.

Mit den violett blühenden Formen des weißen *Crocus* (var. *albiflorus* Kitaibel = *parviflorus* Gay) ist nicht zu verwechseln die größerblütige Rasse *Neapolitanus* Hort. (= *grandiflorus* Gay), welche nur in den untern Lagen der Südwest- und Südalpen und im Balkan vorkommt; die Narben überragen hier deutlich die Staubbeutel, während sie bei unserer Rasse die Spitzen der Staubbeutel nicht erreichen. Sie blüht normal violett, sehr selten weiß.

[1]) Derartige Untersuchungen an Crocus wären eine hübsche Beschäftigung, z. B. für Davoser Kurgäste; dort ist er sehr häufig. Am besten geschieht wohl die Untersuchung über Wirksamkeit der Selbstbestäubung an eingepflanzten Exemplaren in Töpfen, die man von Insekten völlig abschließt und sich selbst überläßt, neben Kontrollexemplaren anderer Töpfe, in denen man künstlich die Fremdbestäubung ausübt.

wenig über die Holzgrenze, Tirol ca. 450—2400 m, Bayern 800 bis 1800 m, Bünden bis 2500 m).

Seine ganze Verwandtschaft weist auf den Süden; die Gattung zählt 60—80 mediterrane Arten; er gehört also zweifellos zum mediterranen Element der Alpenflora und ist aus dem Süden in den ganzen Gebirgsbogen von den Pyrenäen bis zum Balkan eingewandert.

Ein neues Stadium des Alpenfrühlings bezeichnet die **ganzblättrige Primel** (*Primula integrifolia* L., Taschenflora Tafel 9 Fig. 1 u. Fig. 219). Scharenweise besiedelt sie den braunen Boden, auf den niedrigen Rosetten ihre relativ großen hübschen Blüten mit dem langen Kelch zu je 2

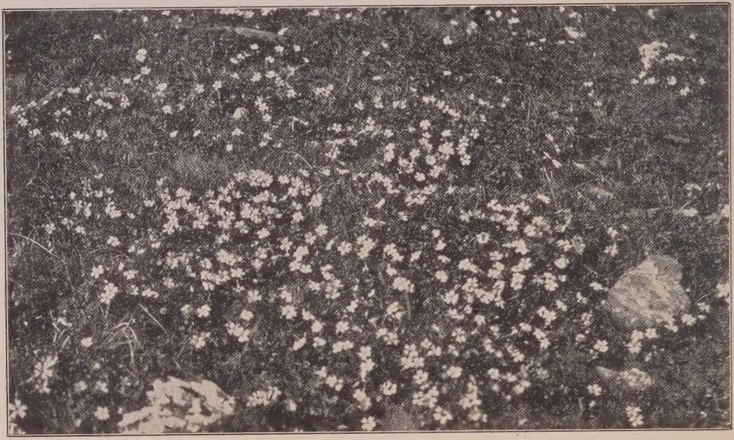


Fig. 219.
Die ganzblättrige Primel.
(*Primula integrifolia* L.)

Kurz nach dem Wegschmelzen des Schnees, am Faulberggrat oberhalb der Fürstenalp bei Chur auf Bündnerschiefer, bei ca. 2100 m. 9. Juli 1904 aufgen. von P. Bohny, cand. chem.

entfaltend. Ihr Wurzelstock ist meist langästig vielköpfig, daher das gesellige Auftreten. Es ist eine ausgesprochen heterostyle Falterblume; die Wirksamkeit dieser Blumenboten wird u. a. deutlich illustriert durch die Häufigkeit des Bastardes *Pr. latifolia* × *integrifolia* = *Muretiana* Moritzi, der besonders im Engadin verbreitet ist (Albula, St. Moritz, Bevers, Bernina). Unsere Art hat ein entschieden westliches Gepräge: Pyrenäen und mittleres Alpengebiet, von den Berner Alpen bis Vorarlberg und Tirol und in den westrhätischen Alpen (fehlt in der Dauphiné, in Savoyen, Piemont und Wallis). Sie ist ausgesprochen hochalpin: Glarus 1600—2450 m, Bünden 1800—2864 m.

Dieselbe Rolle spielt in den gesamten Südalpen von 1600 bis 2300 m die *Primula elatior* L. var. *intricata* Gren. et Godron, eine niedere kurzschäftige Rasse unserer gewöhnlichen Schlüsselblume. In den Ostalpen sind es *Pr. minima* und *Clusiana.*

Und nun rückt eine äußerst vornehme Erscheinung in die Reihe, die schönste unserer großblumigen Alpenanemonen, die **Frühlingsanemone** (*A. vernalis* L., Taschenflora Tafel 16 Fig. 6), mit ihren außen zart violett[1]) überhauchten, meist halboffenen Blütenkelchen, die nur an der vollen Sonne ihren innen weißen Stern ganz öffnen, und mit ihrem goldglänzenden Pelz von schimmernden langen Seidenhaaren, der die jungen Knospen völlig einhüllt. Die überwinternden trübgrünen fiederschnittigen Blätter liegen dem Boden fest an, ihre Scheiden dienen als Winterschutz des jungen Triebes; die neuen Blätter kommen erst nach den Blüten zur Entwicklung; die Pflanze ist einachsig. Die Bestäubungseinrichtungen sind sehr wechselnd: stets reichlich Pollen anbietend, sondert die Blüte bald an zu Nektarien umgewandelten Staubblättern Honig ab (Graubünden), bald ist sie honiglos (Tirol), bald sind alle Stöcke gleich, bald finden sich neben Blüten mit kurzen Staubblättern solche mit langen (Kerner); die Blüten sind protogyn bis homogam, Selbstbestäubung tritt überall beim Schließen der Blüte ein. Als Bestäuber figurieren Hautflügler, Fliegen, Falter und Käfer. Die Früchte sind durch die behaarten Griffel geschwänzt und werden durch den Wind verbreitet.

Die Frühlingsanemone hat zwei getrennte Verbreitungsbezirke: einen nordischen, von den Heiden und Kieferwaldungen Norddeutschlands und der Hercynia durch Skandinavien und Archangelsk bis zu den Kirgisensteppen und zum Amurgebiet (im Ural und Altai fehlt sie,[2]) sicher nicht in der Arktis) und ein mitteleuropäisches Gebirgsareal in den Alpen, und zwar einerseits hochalpin (Wallis 1500—3600 m, Glarus 1850—2450 m, Bünden bis 2795 m, St. Gallen 1900 bis 2500 m), anderseits im Vorland auf den bayrischen Heiden bei 330 m, in Niederösterreich, Böhmen und Schlesien. Ob sie aus dem Norden, oder aus den Alpen stammt, ist schwer zu sagen.

Während die humusliebende Anemone trockenere Stellen aufsucht, und auch dem *Nardetum* und *Curvuletum* sich beimischt, wächst der vielgestaltige **Alpenhahnenfuß** (*Ranunculus alpestris* L., Taschenflora Tafel 15 Fig. 2) auf feuchten Depressionen und berieselter Felsen, wo er seine

---

[1]) Die Färbung wechselt sehr: türkischblau (Val Camonica) rosa oder violett, rosenrot; die intensiveren Färbungen scheinen hier besonders an tiefen Standorten vorzukommen. Eine auch auf der innern Seite der Blütenhülle purpurn gefärbte Form fand v. Tavel auf der Strela-Alp bei Davos (var. *purpurascens* v. Tavel).

[2]) Die Identifikation der dort vorkommenden *A. Ajanensis* Regel u. Tilling mit *A. vernalis* ist nach Hayeck (Festschrift f. Ascherson, Leipzig 1904, S. 457) nicht berechtigt.

fettig glänzenden, schön zugeschnittenen Blättchen entfaltet. Die schneeweißen, nicht selten gefüllten Blüten, am Ende der Hauptachse stehend, sondern am Grunde jedes Blumenblattes oder „Honigblattes“ Nektar ab, der von Fliegen eifrig gesucht wird; Selbstbestäubung tritt ebenfalls leicht ein. Die Pflanze ist regional subalpin-alpin und fehlt der Schneeregion; Wallis 1600—2700 m, Glarus von 1000 m an, St. Gallen von 1300 m an, Bünden bis 2670 m, Bayern 500—2500 m. Sie fehlt dem Norden, und ist auf Pyrenäen, Jura, Alpen und Karpathen beschränkt (meist kalkliebend).

Auch der **Pyrenäenhahnenfuß** blüht sehr bald nach der Schneeschmelze (s. oben S. 434).

Dann reihen sich zwei zierliche Monokotyledonen hier an, aus dem allgemein frühblühenden Geschlecht der Gelbsterne, die *Gagea Liottardi* (Sternberg) Roemer und Schultes, (Taschenflora Tafel 5 Fig. 4), **Liottards Gelbstern**, eine kleine Zwiebelpflanze, mit röhrigem Grundblatt und stumpfen Perigonblättern, und *Gagea minima* (L.) Schultes, der **kleinste Gelbstern**, mit flachem Grundblatt und spitzen Perigonblättern. Sie lieben die gedüngten Umgebungen der Sennhütten; oft sind bei der ersteren die Blüten durch ein dichtgedrängtes rotes erdbeerartiges Häufchen kleiner Brutknöllchen ersetzt, ein ausgiebiges vegetatives Vermehrungsmittel. Sie kommt im Wallis von 1200—2476 m vor, in Tirol von 900—2400 m.

Ein schönes Analogon zum Alpenfrühling bieten in der montanen Region die Narzissenwiesen von Les Avants oberhalb Montreux und am „Sternenbödeli“ am Pilatus, und die *Leucojum*-Wiesen am Obersee oberhalb Näfels (990 m), wo das Märzglöckchen den Boden überschneit, begleitet von *Crocus*, *Gagea minima* *Corydallis intermedia* und *Anemone nemorosa*. Bis zur subalpinen Region schmückt die Frühlingswiesen der westlichen und südlichen Alpen bis ins Wallis das *Bulbocodium vernum*, die Frühlings-Lichtblume.

II. Die Schneetälchenflora.

Eine der eigenartigsten und konstantesten Pflanzengesellschaften des Hochgebirges ist diejenige der „Schneetälchen“. Es war Oswald Heer, der berühmte Schweizer Phytopaläontologe, der diesen Begriff 1836 in die Pflanzengeographie einführte. In seiner Dissertation,[1]) in der er mit besonderer Sorgfalt die verschiedenen alpinen Standorte charakterisiert, sagt er S. 391: „Am meisten Schnee finden wir immer an flachen Stellen, in muldenförmigen Vertiefungen, kleinen Tälchen. Während des Sommers löst ein großer Teil dieses Schnees sich in Wasser auf und verbreitet sich ringsum durch den Boden, denselben ganz mit Wasser tränkend. Diese Lokalität habe ich früher mit dem bei uns

[1]) Die Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Teiles des Kt. Glarus; ein Versuch, die pflanzengeographischen Erscheinungen der Alpen aus klimatischen und Bodenverhältnissen abzuleiten. — Mitt. aus d. Gebiet der theoretischen Erdkunde von J. Froebel und O. Heer, I. und einziger Band. Zürich 1836.

(d. h. im Kt. Glarus) üblichen Namen ‚Schneetälchen' bezeichnet." An einer andern Stelle spricht er von „den von Schneewasser stets getränkten muldenförmigen Vertiefungen gewisser Regionen".

Die von Kerner in seinem „Pflanzenleben der Donauländer" (1863, S. 270) zuerst aufgestellte Formation des gletscherliebenden Widertons (*Polytrichum septentrionale*) gehört hierher:

„Die ungeheuren Schneelasten, welche dort (d. h. besonders in den obersten Mulden der Talsysteme, aus deren feuchten Gründen sich die höchstgelegenen Quelladern entspinnen) sich zusammengehäuft haben, sind reichlich mit Sand und feiner Erde gemengt und zeigen beim Abschmelzen an ihrer Oberfläche ganze Lagen eines schmutzigen erdigen Schlammes, der schließlich auf dem Grunde der Talmulde abgesetzt wird. Das ist der dem Widerton und nur ihm zusagende Boden."

Christ reiht (Pflanzenleben S. 321) die Flora der „Schneetälchen und Schneemulden" an die Frühlingsflora an, als später auftretende, „nachdem die Erde sich wirklich erwärmt und vom Überschuß des Eiswassers befreit hat". Stebler und Verfasser haben dann in ihren „Wiesentypen der Schweiz" 1892 diesen Bestandestypus als „Schneetälchenrasen" schärfer charakterisiert und in 6 Nebentypen beschrieben. Von da ging der Begriff in die französische Literatur über („combes de neige"). Engler beschreibt ihn als Formation der „Schneetälchenmatten und Schmelzwasserplätze" („Alpenkette" 1901). Ein etwas weiterer Begriff ist G. Becks „Soldanellenflur" (Flora von Niederösterreich I 1890, S. 38).

Mit der „Flora des schmelzenden Schnees" darf die Schneetälchenflora nicht verwechselt werden! Unter dem erstern Begriff werden diejenigen Pflanzen der alpinen Florenbestände zusammengefaßt, welche unmittelbar nach der Schneeschmelze blühen, gleichgültig, auf welcher Unterlage und in welcher Begleitung. Das ist keine „Pflanzengesellschaft" im lokalen, standörtlichen Sinn, sondern eine „phänologische" Gruppe innerhalb der Wiesenflora (und innerhalb der Gesteinsfluren). Die Schneetälchenflora dagegen ist an einen Standort von bestimmten ökologischen Bedingungen gebunden und enthält (neben einigen frühblühenden, z. B. *Soldanellen*) auch spätblühende Pflanzen.

Neuerdings hat sich besonders H. Brockmann[1]) eingehend mit dieser wichtigen Pflanzenformation beschäftigt, und zur Charakterisierung des Standortes und der Pflanzengesellschaft eine Reihe neuer Momente beigebracht. Wir lassen hier den betreffenden Abschnitt aus seinem Buche mit einigen Kürzungen folgen:

„In der alpinen Zone bringen die häufigeren Niederschläge in Mulden, in Senkungen, in Rinnsalen, am Fuß von Böschungen, überhaupt da, wo sich Regen- und Schmelzwasser sammeln kann und langsamer fließt oder den Boden zeitweise unter Wasser setzt, eine durch ihre Üppigkeit und Konstanz im Auftreten von gleichen Arten auffällige Flora hervor, den Schneetälchenrasen.

„Zur Zeit der Schneeschmelze wechseln in der alpinen Zone sich begrünende und mit Blüten schon übersäte Hänge ab mit Flecken von Schnee, welche die schon stark erhöhte Temperatur rasch abschmilzt. Das entstandene Wasser sickert in die tieferliegenden Schichten ein und kommt am tiefsten Punkte des Schneefleckens als kleines rieselndes Bächlein zum Vorschein, folgt dem stärksten Gefälle und vereinigt sich mit anderen Wassern des gleichen Ursprungs. Die

---

[1]) Brockmann-Jerosch, Die Pflanzengesellschaften der Schweizeralpen, I. Teil: Die Flora des Puschlav und ihre Pflanzengesellschaften. W. Engelmann. Leipzig 1907. S. 335 ff.

Wege des Schmelzwassers sind durch die Konfiguration des Terrains ganz bestimmte und konstante. Mit jedem warmen Tage nimmt die Größe und Dicke der Schneeflecken ab, fortwährend vergrößert sich die grüne Fläche, aber noch immer sind die Wege, die das Schmelzwasser nimmt, vegetationslos, dunkel und düster, von Wasser bedeckt. Die Ränder dieser Rinnsale aber bekleidet ein dichter Kranz von Tausenden kleiner, violetter Blüten der *Primula integrifolia*, so daß sie mit einem violetten Striche markiert werden und es den Anschein hat, als ob ein Topograph alle Vertiefungen des Geländes zu seiner eigenen Belehrung mit violetter Farbe bezeichnet habe. Die Wege des abfließenden Wassers sind aber keine erodierten Bachrinnen, sondern kleine sanfte Mulden und Senkungen, die am Grunde einen jetzt noch schlummernden Rasen zeigen. Einzig die *Soldanellen* haben das Vermögen, bei dieser niederen Temperatur zu blühen. Die Schmelzwasser, die aus den Schmutzschichten des Schnees den ausgeaperten Schlamm oder den feinen Detritus der Gehänge, die sie durcheilten, mit sich reißen, setzen in den sanfteren Mulden und Senkungen, wo die oberirdischen, verwesten Teile der letztjährigen Vegetationsdecke, der *Anthelia Juratzkana*- und der *Polytrichum*-Rasen tausende kleine Hindernisse bieten, eine feine, fruchtbare Erde ab; dadurch kommt eine Erhöhung des Bodens zustande, so daß Steine langsam in den Boden „einwachsen“ und wie eingesenkt erscheinen. Mit dem Momente, in dem der letzte Schneefleck verschwindet und kein kaltes Schmelzwasser die Vegetationsdecke an den besprochenen Lokalitäten zurückhält, erscheint hier beinahe plötzlich eine durch ihre relative Üppigkeit auffällige Flora, der Schneetälchenrasen. Hier haben wir außer einem guten Nährboden eine ausreichende Feuchtigkeit, indem das Regenwasser im Laufe des Sommers wieder die gleichen Wege wie das Schmelzwasser nimmt. Der Boden in den Schneetälchen hat aber nicht den Nachteil eines nassen und deshalb kalten Bodens, da er einem Feuchtigkeitsüberschusse nur zeitweise ausgesetzt ist, und dies in einem der Vegetation so wie so ungünstigen Zeitpunkte. Auch der Nachteil der Verkürzung der Vegetationsperiode mag kein großer sein, da zur Zeit der Schneeschmelze Kälterückfälle vorkommen können.

„Vielleicht beruht die Üppigkeit dieses Rasens außer auf gutem Boden und ausreichender Feuchtigkeit noch auf einem dritten Faktor: einem größeren Stickstoffgehalt. Die Atmosphärilien sind ja bekanntlich der Träger einer allerdings geringen Menge gebundenen Stickstoffs und man kann sich m. E. sehr wohl vorstellen, daß diese kleinen Mengen vom Boden besonders an den Orten absorbiert werden, wo sich das Wasser größerer Flächen in muldenförmigen Rinnsalen — und das sind ja unsere Schneetälchen — sammelt, wo es nur langsam fließt und längere Zeit mit viel Feinerde in Berührung bleibt oder gar oft stille steht. Was für einen Anteil stickstoffbindende Bakterien dabei haben, wäre auch noch zu untersuchen.

„Noch einen Punkt möchte ich hier in diesem Zusammenhange nochmals betont haben: Der Schneetälchenrasen verdankt seine Entstehung nicht der Dauer der Schneebedeckung, sondern einzig und allein dem Regen- und dem Schneewasser. Folgendes kann man immer beobachten: An sanften Böschungen, die südlich exponiert sind, kommt der Schneetälchenrasen nur an ihrem Fuße oder in Rinnsalen zustande, also da, wo sich Wasser ansammeln kann. An einem N-exponierten Hange aber an gleichen Orten werden wir niemals einen Schneetälchenrasen finden, wenn die Lokalität nicht so beschaffen ist, daß sich das Wasser ansammeln kann. Und am N-exponierten Hange bleibt der Schnee ja länger liegen!

„Von den Pflanzen, die für das Schneetälchen charakteristisch sind, zeigen

einzelne — ich habe bis jetzt nur wenige daraufhin untersucht — recht interessante Anpassungen an die besonderen Standortsverhältnisse. Sie besitzen nämlich Einrichtungen, durch welche verhindert wird, daß das Regen- und Schneewasser während der Vegetationsperiode, das im Schneetälchen zeitweise die Pflanzen bedeckt, in die Spaltöffnungen eindringt. So besitzt vor allem *Gnaphalium supinum* einen Filzüberzug, der die Luft auch unter Wasser festhält. Bei schlechtem Wetter sind oft die kleinen Mulden in Wasserbecken umgewandelt und dann leuchten die kurzen Rasen von *Gnaphalium supinum* am Grunde des Wassers silberglänzend heraus. In ganz ähnlicher Weise haftet auch auf den Blättern von *Cerastium trigynum*, *Sibbaldia procumbens*, *Alchimilla glaberrima* und ganz besonders auf *Alchimilla pentaphyllea* kein Wasser, auch sie zeigen wenigstens z. T. eine dünne, silberglänzende Luftschicht auf den Blättern. Sobald nun das Wasser abgelaufen oder im Boden versickert ist, stehen diese Pflanzen, dank dieser Einrichtungen, auch schon wieder trocken da und sind zur Assimilation bereit.

a) Schneetälchen des Urgesteins.

„Die Zahl der den Schneetälchenrasen charakterisierenden Arten ist klein, sie zeigen miteinander keinerlei Verwandtschaft und gehören den verschiedensten Familien an.

In 19 von mir notierten Beständen im Puschlav kamen vor:

16 mal *Salix herbacea*,
15 mal *Gnaphalium supinum*,
14 mal *Ligusticum mutellina*,
13 mal *Luzula spadicea*,
12 mal *Cardamine alpina*,
11 mal *Arenaria biflora*,
11 mal *Cerastium trigynum*,
10 mal *Chrysanthemum alpinum*,
9 mal *Soldanella pusilla*,
9 mal *Taraxacum officinale* ssp. *alpinum*,
8 mal *Alchimilla pentaphyllea*,
7 mal *Veronica alpina*,
7 mal *Sibbaldia procumbens*,
7 mal *Deschampsia caespitosa*,
5 mal *Poa alpina*,
5 mal *Sedum alpestre* u. a. m.

„Dazu kommen noch als wichtige Bestandteile *Anthelia Juratzkana* und verschiedene Arten von *Polytrichum*, so z. B.: *P. juniperinum* var. *alpinum* und ganz besonders *P. sexangulare*.

„Wir haben, wie wir aus der Zusammenstellung sehen, keine stets tonangebende Art in dieser Formation. Vielmehr ist in einem Falle diese, in einem andern jene dominierend, in andern Fällen jedoch fehlen sie gänzlich, — und das ohne leicht zu erkennende Gesetzmäßigkeit mit einer Ausnahme:[1]) hochalpine Stellen und anch tiefer gelegene mit Nordexposition oder solche, die erst spät im Sommer schneefrei werden, tragen stets einen ganz dichten Teppich von leuchtendem, smaragdgrünem Sammetglanz aus verschiedenen *Polytrichum*-Arten, in dem keine oder nur vereinzelte der oben erwähnten Pflanzen, so vor allem *Cardamine alpina* und *Arenaria biflora* vorkommen.

---

[1]) Vielleicht dürfen wir noch von einer andern Gesetzmäßigkeit reden: wenn wir die Schneetälchen mit einem relativ großen Sammelgebiet ins Auge fassen, so dürfen wir vielleicht sagen, zu oberst, wo also die Einwirkung des Wassers am geringsten, ist besonders vorherrschend: *Ligusticum mutellina*, darauf folgen *Luzula spadicea*, *Alchimilla pentaphyllea*, *Salix herbacea* und schließlich *Polytrichum*.

„Wenn man die Bestände der Schneetälchen betrachtet, so hat man das Gefühl, daß der Zufall eine große Rolle bei der Zusammensetzung des Rasens spielt, in viel höherem Maße als sonst. Findet man doch im Schneetälchen bald den dichtesten und reinsten Bestand von *Gnaphalium supinum* und ganz dicht daneben ohne jede äußere Veränderung einen solchen von *Salix herbacea* und wieder einen Schritt weiter und wir haben ein Gemisch verschiedener Arten. Es gehört überhaupt zu den Eigentümlichkeiten des Schneetälchenrasens auf Urgebirge, daß er ebenso häufig aus einem reinen Bestande einer Art, als aus einem Mosaik oder aus isolierten Kolonien kleinerer und größerer Reinbestände verschiedener Arten, als auch aus einem regellosen Gemisch derselben besteht. Die Reinbestände werden von *Salix herbacea*, *Gnaphalium supinum*, *Ligusticum mutellina*, *Luzula spadicea* oder von *Polytrichum*-Arten gebildet. Die Eigentümlichkeit der größeren und kleineren reinen Bestände verdankt der Schneetälchenrasen einer Eigenschaft, die den allermeisten in Betracht kommenden Arten zukommt: vegetative Vermehrung. Oberirdische Ausläufer haben nämlich *Gnaphalium supinum*, *Soldanella pusilla* und *Sedum alpestre*; unterirdische Ausläufer kommen der *Salix herbacea*, *Ligusticum mutellina* und *Luzula spadicea* zu. Kriechende und sich bewurzelnde Stengel zeigen *Arenaria biflora* und *Cerastium trigynum.* Bei anderen Arten wiederum ist der Stengel am Grunde niederliegend und bewurzelt sich an den Knoten, so bei *Alchimilla pentaphyllea*, *Sibbaldia procumbens*, *Veronica alpina* und wohl auch bei *Alchimilla decumbens* Buser. Einen vielköpfigen Wurzelstock endlich zeigen *Alchimilla*, *Sibbaldia*, *Cardamine alpina* und die im Gebiete nicht als typische Schneetälchenpflanze zu bezeichnende *Plantago alpina*, wodurch diese Pflanzen die Möglichkeit haben, sich nach dem Absterben der Mutterpflanze zu erhalten und, wenn auch nur in beschränktem Maße, auszubreiten. Durch die vegetative Vermehrung erklären sich aber diese reinen Bestände noch nicht völlig. Man kann nämlich immer, wo die Rasen zweier Arten zusammentreffen, eine Durchwachsung der beiden Rasen konstatieren. Die Konkurrenz hält also die Reinbestände nicht ab, ineinander einzudringen. Ein Mangel an Samen liegt nicht vor, denn beinahe alle Arten sind ringsum in den andern Formationen reichlich vertreten. Dieses legt den Gedanken nahe, daß die jungen Keimpflanzen vielleicht wegen der kürzeren Vegetationsdauer in dieser Formation bis zum Herbste nicht genügend erstarken, um den Winter zu überstehen, so daß ein gemischter Rasen, der durch die Konkurrenz vieler Individuen hervorgerufen wird, hier fehlt.

„Von den erwähnten Pflanzen sind für das Schneetälchen auf Urgestein charakteristisch:

Cardamine alpina, *Cerastium trigynum* und
Arenaria biflora, *Alchimilla pentaphyllea*,

nach Buser (in schedis) außerdem noch *Alchimilla decumbens* Buser. Von diesen kommen *Cardamine alpina* und *Alchimilla pentaphyllea* so zu sagen überhaupt nur im Schneetälchen vor, dürfen als charakteristische Arten ersten Ranges gelten.

„Die Höhenverbreitung der Schneetälchenrasen geht im Puschlav von der Baumgrenze bis 500 m über dieselbe. Gleichartige nicht durchfurchte Hänge über 2500 m tragen manchmal eine Mischung des Schneetälchenrasens mit andern Bestandestypen, besonders auf undurchlässigem Boden.

„Die meisten Schneetälchen münden, wenn man sie nach unten verfolgt, schließlich in Seen oder in Bäche und es ist daher nicht verwunderlich, wenn von hier Sumpfpflanzen in den Schneetälchenrasen eindringen. Wir finden so nicht selten *Carex lagopina* und *Juncus filiformis* selbst in typischen Schnee-

tälchenrasen. Ein solcher Eindringling ist übrigens auch *Deschampsia caespitosa*, die in der obigen Liste enthalten ist.

„Dem Schneetälchen in ökologischer Beziehung sehr nahe steht das *Curvuletum nivale*, welches an Urgestein gebunden ist.[1])

b) Schneetälchen des Kalkbodens.

„Weil die auf Urgestein lebenden Pflanzen viel geselliger und öfters bestandbildend sind als die Arten des Kalkes und weil zudem der Kalkboden als durchlässiger Untergrund die Ansammlung von Wasser — und dieses ist ja zur Bildung dieser Formation nötig — nicht so leicht gestattet, ist die Schneetälchenflora des Kalkes weniger häufig und auch nicht so deutlich wie die des Urgesteins ausgebildet.

„Tonangebend für die Schneetälchenflora auf Kalk ist eine Weide, *Salix retusa* und deren Unterart *serpyllifolia*. Diese haben negativ heliotropische Zweige, welche sich der Unterlage anpressend ein Spalier bilden, weshalb Schröter (siehe oben S. 68) diese Rasen zu der Formation der Spaliersträucher rechnet. Ich lasse bei meiner Einteilung die ökologische Seite überwiegen und erwähne diese Bestände hier.

„*Salix retusa*, die auch sonst überall im Kalkgebiete verbreitet ist, überzieht auf den von uns besprochenen Orten mit ihren negativ heliotropischen Zweigen den Boden und auch meist die kleineren bis mittelgroßen Felsblöcke. In diesen dem Felsen dicht anliegenden Zweigen verfängt sich der Staub und der pflanzliche Detritus und nach und nach überdecken sich solche Felstrümmer mit einer Schicht von Humus.

Die Flora der *Salix retusa*-Mulden besteht außer aus dieser Art noch aus ihrer Unterart *serpyllifolia*, die nicht selten in großem Prozentsatze neben der Art oder sogar vorherrschend vorkommt.

Im Puschlav kommen in diesen Beständen besonders folgende Arten vor:

Sesleria coerulea	*Polygonum viviparum*
Poa alpina	*Draba aizoides*
Festuca pumila	*Sedum atratum*
Carex atrata ssp. *nigra*	*Anthyllis vulneraria* var. *alpestris*
Salix retusa	*Soldanella alpina*
Salix reticulata	*Myosotis alpestris*.

Außerdem scheinen mir charakteristisch für diese Formation:

Salix retusa ssp. *serpyllifolia*	*Crepis Jacquini*
Carex ornithopus var. *elongata*	*Gnaphalium Hoppeanum*
Ligusticum mutellina	

Doch ist, wie schon früher bemerkt, die Schneetälchenflora auf Kalk nicht so typisch ausgebildet wie auf Urgestein. Die Ursachen dieser Erscheinung sind, nochmals kurz zusammengefaßt, folgende: größere Durchlässigkeit des Bodens, das stärkere Zurücktreten geselliger Arten, die größere Unabhängigkeit der tonangebenden Weiden, *Salix retusa* und *serpyllifolia*, von den Wasserwegen, indem sie tiefgehende Wurzeln und längere Zweige besitzen. Außerdem schaffen sich die beiden genannten Pflanzen selbständig auf Felsblöcken einen stark humosen, mehr oder weniger lang bestehenden Boden, auf dem eine

---

[1]) Siehe die auf S. 491, Anmerkung zitierte Arbeit, S. 304.

Flora gedeiht, die gar nichts mit der der Schneetälchen zu tun hat, aber doch scheinbar im gleichen Bestande vorkommt.

Da die Schneetälchen die Wasserwege sind, so besitzen sie oft einen tonigen Boden, aus dem der Kalk ausgewaschen ist, so daß dann kieselstete Pflanzen im Kalkgebiete auftreten können. Ja, oft bieten die Schneetälchen für diese hier die einzige Existenzmöglichkeit."

So weit BROCKMANN. Es erübrigt uns noch, die einzelnen Arten des Schneetälcherasens kurz zu charakterisieren.

Als ersten Anflug auf dem nackten Boden finden wir häufig die graugrün schimmernden wulstigen Krusten eines dicht den Boden bedeckenden Lebermooses, **Anthelia Juratzkana** (Limpr.) Spruce. Sie sind einige Millimeter dick, lassen sich leicht abheben, überziehen oft ausgedehnte Flächen als Pioniere der Vegetation und bilden offenbar ein treffliches Keimbett für Samen; oft sieht man junge Exemplare der *Salix herbacea* auf denselben, sie überall durchbrechend. Der eigentümliche grauliche Schimmer der *Anthelia*-Rasen rührt davon her, daß sie stets mit einem dichten Pilzschimmel überzogen sind. Schon HEEG in seinen „Lebermoosen Niederösterreichs" erwähnt dieses. Die Wurzelhaare fand ich ebenfalls stets von Pilzfäden durchsetzt: also eine Mykorhiza, eine Pilzwurzel.[1]) — Auch im Norden bewohnt die *Anthelia* ähnliche Standorte: Herr W. ARNELL (Upsala) schreibt mir freundlichst darüber: „Die Art wächst und gedeiht am besten auf Boden, der vom Schneewasser überrieselt wird, auch an Bachufern oder spärlicher auf nackter Erde. Sie ist in unserem Hochgebirge sehr häufig und weit verbreitet, und wird reichlicher, je höher wir aufsteigen, dort oft an nassen Stellen Massenvegetationen bildend. Im Tiefland fehlt sie völlig. In Spitzbergen ist sie ebenfalls häufig."

Häufig bilden **„Goldhaarmoose"** (oder „Widertonmoose")[2]) in ausgedehnten Teppichen die Vorläufer des Schneetälchenrasens, besonders

---

[1]) Pilzsymbiose in mannigfaltigen Abstufungen ist bei Lebermoosen eine häufige Erscheinung (vergl. die Zusammenstellung bei CAVERS, On Saprophytism and Mycorhiza in Hepaticae. — New Phytologist Vol. II Nr. 2, Febr. 1903). Ein Überspinnen der Pflänzchen mit Pilzfäden, ähnlich wie in unserem Fall, fand NEMEC bei *Kantia*; dort gehörte das Mycel einem Scheibenpilz an (*Mollisia Jungermanniae*). In vielen Fällen ist nachgewiesen, daß die Pilzsymbiose mit saprophytischer Ausnützung der organischen Bestandteile des Bodens parallel geht; eine solche Bedeutung dürfte auch hier die Mykorhiza haben. STAHL weist freilich darauf hin, daß die stets mykorhizenführenden foliosen *Jungermanniaceen* „Zuckerblätter", die pilzfreie *Marchantia* dagegen „Stärkeblätter" haben, vermutet also auch hier einen Zusammenhang mit der Wasserdurchströmung und dem Kampf um die Nährsalze. Eine ökologische Monographie der *Anthelia* nach dieser Richtung wäre eine dankbare Forschungsaufgabe. — Ich verdanke Herrn Dr. WOLLNY (Davos) und Herrn Dr. K. MÜLLER (Bromberg) wertvolle Literaturangaben über *Anthelia*.

[2]) *Polytrichum septentrionale*, *sexangulare*, *alpinum* u. a. Arten (siehe Fig. 220, 1).

auf eisfrei gewordenem Gletscherboden mit Sandgrund. So z. B. am Aufstieg von Val Bregalga im Avers gegen den Duanapaß, wo auf geneigtem Hang auf frei gewordenen Rundhöckern zuerst die tiefgrünen Rasen von *Polytrichum* allein, dann allmählich gemischt mit *Arenaria biflora*, dann mit andern Arten auftreten, bis weiter unten das *Curvuletum* folgt. Die ausgedehntesten *Polytrichum*-Rasen fand ich auf den „Mieschböden" am Vereinapaß (Klosters-Lavin), wo bei ca. 2600 m eine wellige, etwa $^1/_2$ qkm umfassende Hochfläche von einem zusammenhängenden Moosteppich bedeckt ist, der in seinem düstern Schwarzgrün scharf von der umgebenden glanzhellen Gebirgslandschaft sich abhebt. — Diese Widertone sind meist auch auf den Moostundren der Arktis verbreitet.

Das **zweiblütige Sandkraut** (*Arenaria biflora* L., Fig. 220, 2) spinnt lange zarte Ranken über den Moosteppich, mit zierlich gerundeten Blättchen besetzt, halb im Moose versteckt, so daß die feinen Blütensternchen demselben wie lose aufgestreut erscheinen. Die reiche Alpennatur bietet kaum ein anmutigeres Bild als diese sternbestickten Moosteppiche mitten in der rauhen Gletscherwelt; es gibt auch kaum eine konstantere Freundschaft als die zwischen *Polytrichum* und *Arenaria*. Das Sandkraut verirrt sich allerdings öfter auch zwischen die Steine und niedergetretenen Rasen der Alpwege; sein inniges Anschmiegen an den Boden und seine Schattenfurcht machen ihm diese Standorte beliebt. Es bewohnt vorzugsweise die hochalpine Region (Wallis bis 3200 m, Adula bis 2900 m, Bünden bis 3000 m, [Braun], St. Gallen bis 2400 m) und zieht die zentralen Ketten mit Urgebirge und Schiefer vor, fehlt z. B. den bayrischen Alpen und Niederösterreich. Es ist im hohen Norden weit verbreitet, ferner in den Pyrenäen, Alpen, Karpathen und im Balkan zu Hause. Die protandrischen Blüten sondern reichlich Honig ab und werden von zahlreichen Fliegen und kleinen Hautflüglern besucht; Selbstbestäubung ist aber leicht möglich.

In dichten graulichen Scharen drängt sich das **niedrige Ruhrkraut** (*Gnaphalium supinum* L., Fig. 220, 3) auf dem Schneetälchenrasen, als einer der konstantesten Begleiter, der außerhalb desselben selten angetroffen wird. Zwischen den schmalen filzigen Blättchen der bodenständigen Rosetten birgt sich auf kaum zentimeterlangem Stiel das unscheinbare Köpfchen. Es enthält nur Röhrenblüten: die randständigen sind weiblich, die zentralen zwittrig. Selbstbestäubung ist nach den Beobachtungen von Schiller[1]) an verwandten Arten sehr wahrscheinlich. Die Befruchtungserscheinungen sind nach demselben Autor die

[1]) Schiller, S. Untersuchungen über die Embryogenie in der Gattung *Gnaphalium*. Österr. bot. Zeitschr. 1907, S. 137.

1
b
3
c
a
2
4
5
6

Fig. 220 (nebenan!).

Die Hauptbestandteile des Schneetälchen-Rasens (nat. Größe).

1. Sechseckiges Widerton-Moos (*Polytrichum sexangulare* Hoppe), Schwarzhorn oberhalb Churwalden bei 2960 m, leg. Brügger.
2. Zweiblütiges Sandkraut (*Arenaria biflora* L.), Mieschböden am Vereinapaß, 2600 m, leg. C. S.
3. Niederes Ruhrkraut (*Gnaphalium supinum* L.); a) nach Reichenbach; b) var. *pusillum* Willdenow, Galtürer Täli am Silvrettagletscher, 2440 m, leg. Brügger; c) dasselbe, mit Ausläufer, Mayenfelder Furka, leg. K. B. Lehmann.
4. Fünfblättriger Taumantel (*Alchimilla pentaphyllea* L.), Pastura Lagalb beim Berninahospiz, 2400 m, leg. C. S.
5. Alpen-Schaumkraut (*Cardamine alpina* L.), ebenda.
6. Dreigriffliges Hornkraut (*Cerastium trigynum* Villars), ebenda.

(Nach der Natur von L. S.)

normalen. Es ist alpin-nival (Wallis 1750—3000 m, Bünden 1700 bis 3250 m [Braun], Bayern 1600—2050 m) und ein weit verbreiteter kalkscheuer Bestandteil der nordischen und Hochgebirgsflora (Pyrenäen, Alpen, Schwarzwald, Riesengebirge, mährisches Gesenke, Karpathen [dort aber als Besiedler trockener kalkarmer Felsen und des Gerölls auftretend], Kaukasus, Arktis, Ural).

Besonders bezeichnend ist der **fünfspaltige Taumantel** (*Alchimilla pentaphyllea* L., Fig. 220, 4), der oft in reinem Bestand weite Strecken überzieht. Es ist eine der wenigen *Alchimilla*-Formen der Alpen, welche ihre Samen auf normalem Wege durch Bestäubung erzeugen, nicht parthenogenetisch (siehe oben S. 438); gleichzeitig, vielleicht im Zusammenhang damit, auch die wenigst variable Form dieser Gattung.[1]) Sie findet sich vorzugsweise auf dem Schneetälchenrasen[2]) der hochalpinen Region der zentralen Ketten, von den Seealpen bis Tirol, die Etschlinie nicht überschreitend, auf Schiefer und Urgebirge (nach Buser auch auf Kalk), im Wallis von 2100—3000 m, selten tiefer (1800 m), in Glarus von 1760—2600 m, Adulagebiet 2000—2800 m, Puschlav 2200—2550 m, Ofengebiet 2600—3000 m, Bormio 2300—2800 m Ihr Vorkommen in den Pyrenäen ist nach Buser (briefl.) zweifelhaft; sie ist also wohl ein endemisches Produkt der Alpen. „Meiner Ansicht nach ist A. p. eine uralte Art, vielleicht so alt wie die Alpen selbst. Sie bildet für sich einen besonderen Typus vom Wert der *Vulgares* (als Gruppe) oder der *Alpinae*. Bei Linné fand das seinen Ausdruck in

[1]) „Gar nicht veränderlich;" schreibt mir Buser: „die von Ascherson und Graebner angeführten Abarten (*heptaphylla* [Schl.] und *sericans* [Tausch]) sind ein und dieselbe Pflanze, das gleiche, von Thomas kultivierte und verteilte Individuum (= *cuneata* Gaudin), ein unzweifelhafter Bastard."

[2]) „Sie ist allerdings eine Charakterpflanze der Schneetälchen, aber eigentlich nur an der unteren Grenze ihres Vorkommens (gerade wie *frigens*, *decumbens*, *semisecta*); manchmal kann sich die Art an ziemlich ebenen, manchmal an ziemlich steilen Hängen finden. Die Bastarde finden sich auch in der Regel nicht in dem Massenteppich der Schneetälchen, sondern auf geneigten Flächen mit wenig *pentaphyllea*" (Buser, briefl.).

den drei ziemlich gleichwertigen Spezies: *vulgaris, alpina, pentaphyllea.* — Sie repräsentiert einen hochalpinen Typus, der nur in der extrem fissiformen Ausbildung vorliegt, zu dem es keine Parallelformen in mittleren und unteren Lagen gibt“ (Buser, briefl.).

In einzelnen unscheinbaren Zwerggestalten sitzt das **Alpen-Schaumkraut** (*Cardamine alpina* L., Fig. 220, 5) dem *Polytrichum*-Rasen auf, mit einer Traube kleiner, protogyner weißer Cruciferenblüten, langen Schoten und dicklichen spatelförmigen Blättchen. Sie ist ausgesprochen subnival, kalkfliehend und bewohnt selten auch berieselten Sand, Schutt und Fels (Wallis von 1900—3330 m, Glarus 1850—2560 m, Bünden 2200—3000 m [Schulz],[1]) St. Galler- und Appenzelleralpen von 1900 m an aufwärts, Bayern 1660—2370 m, Ostalpen bis 3000 m, Schwarzkopf bei Fusch, nach Schulz). Sie ist alpin-pyrenäisch und nach Schulz ein postglazialer Deszendent der nahe verwandten zirkumpolaren und hocharktischen *Cardamine bellidifolia* L., mit der sie vielfach zusammengezogen wird.

Mit schlaffen bleichgrünen, wurzelnden Trieben, von einem Punkte ausstrahlend, liegt das **dreigrifflige Hornkraut** auf dem Rasen (*Cerastium trigynum* Villars, Fig. 220, 6). Es ist von seinen Gattungsgenossen durch 3 Griffel (statt 5) verschieden, aber durch die lange Zahn-Kapsel dokumentiert es sich als Hornkraut. Diese feuchtigkeitsliebende Pflanze ist weniger hochalpin und weniger eng an die Schneetälchen gebunden: Wallis 1800—3000 m, Glarus 1280—2450 m, St. Gallen von 1600 m an, Bünden von 1700—3250 m (Braun), Bayern 1720—2300 m; sie ist den Hochgebirgen Mitteleurasiens bis zum Himalaya, in Nordasien, in der Arktis und Nordamerika weit zerstreut, eine der verbreitetsten Glazialpflanzen.

In trübgrünen kreisrunden Stöcken breitet sich die **niederliegende Sibbaldie** (*Sibbaldia procumbens* L.) aus. Es ist die einzige nach Westen und in die Arktis verschlagene Art einer asiatischen Hochgebirgsgattung der Rosenblütigen, mit *Potentilla* nahe verwandt, durch die grünliche Blüte und die Fünfzahl der Staubgefäße ausgezeichnet. Sie sondert reichlich Honig ab und wird von kleinen Insekten besucht, welche Kreuzung und Selbstbestäubung ausüben; von selbst scheint auf den Alpen die Blüte sich nicht bestäuben zu können, wohl aber in Skandinavien und Grönland. Sie zieht Urgebirge vor und steigt weit in die Nivalregion (Wallis 1800—3000 m, Glarus 1530—2340 m, St. Gallen von 1800 m an, Bünden 1700—3250 m [Braun], Bayern 1700—2400 m). Sie ist auf den meisten Hochgebirgen Eurasiens (Spanien, Pyrenäen, Alpen, Vogesen, Italien, Kaukasus, Ural, Himalaya und Altai), in der

---

[1]) O. E. Schulz, Monographie der Gattung *Cardamine*. Engl. bot. Jahrbücher Bd. 32, 1903.

Arktis und in Nordamerika weit verbreitet (Rocky mountains, Sierra Nevada Kalifornien, White mountains). Die Verbreitung der übrigen Arten macht einen zentralasiatischen Ursprung wahrscheinlich.

Häufig erscheint auf den Schneetälchen auch der **Alpen-Löwenzahn** (*Taraxacum officinale* Weber ssp. *erectum* (Meyer) Schrank = *Taraxacum alpinum* Hegetschweiler und Heer). „*T. alpinum* ist eine hochalpine Parallelrasse zu *T. vulgare* (dem gemeinen Löwenzahn der Ebene), von dem es sich durch die kurzen breiten aufrechten Außenhüllblättchen unterscheidet, mit dem es aber durch Übergänge verbunden ist.“[1]) Es tritt in den Schneetälchen in der Abart *Kaulfussi* Schultz bip. auf, mit regelmäßig fiederschnittigen, dem Boden angepreßten Blättern. Es ist in der alpinen Region der meisten Gebirge des mittleren und südlichen Europas und Asiens verbreitet, bis 3020 m (Monte Garone, Braun, oder vielleicht 3260 m, Aletschgletscher, Ball); nach Handel-Mazetti hat sich diese wenig konstante Sippe in postglazialer Zeit aus *T. vulgare* (u. *paludosum?*) ausgegliedert, und zwar in Europa; die asiatischen Vorkommnisse erscheinen durch Formenarmut, größere Seltenheit und Isolierung als eingewandert aus Europa.

Von andern Formationen her dringen nicht selten in die Schneetälchen ein: *Luzula spadicea* (S. 353), *Ligusticum mutellina* (S. 449), *Plantago alpina* und *montana* (S. 445 ff.),[2]) *Leontodon pyrenaicus* (S. 377), *Soldanella alpina* und *pusilla* (S. 481 ff.), *Alsine verna, Veronica alpina* (S. 468), *Ligusticum simplex* (S. 452), *Gentiana verna, bavarica* und *brachyphylla* (S. 415 ff.), *Poa minor, Sagina Linnaei, Ranunculus alpestris* (S. 489), *Hutchinsia alpina* und *brevicaulis, Potentilla dubia* (S. 437), *Chrysanthemum alpinum* (S. 389).

III. Die Quellfluren.

Eine eigenartige Pflanzengesellschaft bewohnt die Umgebung der Quellen und die Ränder der Quellbäche. Es sind lockere Verbände niedriger feuchtigkeitsliebender (hygrophiler) Stauden, meist mit kahlen glänzenden Blättern. Sie bilden meist keinen geschlossenen Rasen, schließen sich an die Flachmoore an und leiten so von der Feuchtwiese zu den „Karfluren“ über. Besonders bezeichnend sind folgende Arten:

Die **maßliebchenblättrige Gänsekresse** (*Arabis bellidifolia* Jacquin) mit einer Rosette dicklicher glänzender Blätter, einer weißen

---

[1]) Vergleiche die umfangreiche, sorgfältige Arbeit von Dr. Heinrich Freiherr v. Handel-Mazetti, Monographie der Gattung *Taraxacum*. Leipzig u. Wien 1907.

[2]) *Plantago montana* besiedelt z. B. in beinahe reinem Bestand die Schneetälchen im Hintergrund des Ruseintals am Aufstieg zum Sandgrat am Tödi, bei ca. 2500 m auf Kalk.

Blütentraube und aufrechten langen Schoten. Die Blüten zeigen bei sonnigem Wetter Stellungen der Staubgefäße, welche Fremdbestäubung begünstigen, bei trübem tritt Selbstbestäubung ein. Sie bewohnt die subalpine und untere alpine Region (Aostatal 1200—3000 m,[1]) Wallis 1500—2600 m, Bünden 1400—2700 m [Braun], Bayern 1660 bis 1900 m) und ist in ihrer Gesamtverbreitung auf Alpen und Westkarpathen beschränkt.

Der **sternblättrige Steinbrech** (*Saxifraga stellaris* L., Taschenflora Taf. 17, 9) hat ebenfalls dickliche glänzende Rosettenblätter; er bildet an günstigen Standorten kurze, mit Niederblättern besetzte Ausläufer, die in Blattrosetten endigen. Die wunderbar zierlichen schneeweißen Blüten, mit orangegelben Flecken geziert, zeigen eine deutliche Abhängigkeit der Blütensymmetrie von der Stellung der Blüte: die aufrechten Blüten sind allseitig symmetrisch, die horizontal gerichteten zeigen eine hälftige Symmetrie. Es sind ausgeprägt protandrische Fliegenblüten (punktierte Blüten werden meist von Fliegen besucht!), die sich nicht selbst bestäuben können. Sie sind unter den Saxifragen durch den völlig oberständigen Fruchtknoten ausgezeichnet. Die Pflanze hat ein weites arktisch-boreales Areal und ist nach Engler von den sibirischen Gebirgen ausgegangen. Sie ist subalpin bis nival: Wallis 1600—3100 m, Glarus 1500—2400 m, Bünden 750—2973 m, Bayern 1300—2860 m.

Auch der **fetthennartige Steinbrech** (*Saxifraga aïzoïdes* L., Taschenflora Taf. 7 Fig. 7 und 8) bewohnt außer dem berieselten Schutt und Sand häufig in mächtigen triefenden Polstern die Quellfluren. Die intensiv goldgelben (häufig ganz karminroten) Blütenblätter sind rotgelb getüpfelt, der Pollen ist feuerrot, das reichlich honigproduzierende Nektarium ebenfalls gelb: also ein reich ausgebildeter, durch die Tüpfelung als fliegenanlockend gekennzeichneter Schauapparat. In der Tat beobachtete Müller 85 Fliegenarten auf den Blüten saugend, außerdem 20 Hautflügler, 13 Falter und 8 Käfer. Erst entwickeln sich nacheinander die 10 Staubgefäße, und erst, wenn sie verstäubt haben, spreizen die Griffel und reifen die Narben: Selbstbestäubung ist also in der Regel, aber nicht völlig ausgeschlossen; noch weniger ist das im hohen Norden nach den Untersuchungen Warmings der Fall.

Dieser feuchtigkeitsliebende Steinbrech ist regional und edaphisch sehr indifferent: er steigt bis 3100 m im Wallis, 2876 m in Bünden) und geht mit den Bächen bis zur Ebene hinab, auf allen Unterlagen (Biasca 300 m, Rheintal 450 m), z. T. als Glazialrelikt (Uto bei Zürich 800 m, Küßnachtertobel ebenda 420 m, dort Bastarde mit *Sax. mutata* L. bildend). Er ist in den ganzen Alpen verbreitet und auch in der

[1]) Siehe Vaccari, Lino, Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Valleé d'Aoste. Aosta 1904.

Arktis häufig, fehlt aber Nordasien. Christ leitet ihn deshalb von Amerika ab, während Engler für mediterranen, in letzter Linie asiatischen Ursprungs plädiert.

Aus den Mooren und Quellbächen der Ebene steigt bis über die Baumgrenze die **behaarte Fetthenne** (*Sedum villosum* L.), mit rötlich überhauchten Blüten (Wallis bis 2400 m, St. Gallen bis 2450 m, Bayern bis 1300 m). Es ist ein weit verbreiteter arktisch-alpiner Hygrophyt (Pyrenäen, Auvergne, Alpen, Schwarzwald, Vogesen, Karpathen, Sudeten, sarmatische Ebene, Skandinavien, Lappland, Island, Grönland).

Einige kleine **Weidenrös'chen** sind Charakterbestandteile der Quellfluren (*Epilobium alsinifolium* Villars, bis 2750 m, *anagallidifolium* Lamarck bis 2900 m, *nutans* Schmidt, die zwei ersteren arktisch-alpin, alle drei von Gradmann zu seiner hochnordisch subalpinen Gruppe gerechnet). Die lockern schwellenden hellgrünen Polster der unscheinbaren **Montie** (*Montia rivularis* Gmelin) triefen von Nässe; die Pflanze hat in ihren Früchten einen höchst eigenartigen Schleudermechanismus ausgebildet, der die kleinen Samen bis 2 m weit wegwirft. Mit ihr ist häufig die **sumpfliebende Sternmiere** (*Stellaria uliginosa* Murray) vergesellschaftet. Auch einige Carices und Simsen mischen sich bei: *Carex frigida* (siehe S. 337) und *Juncus triglumis* (siehe S. 352) sind besonders häufig; und auch die interessante Gesellschaft seltener kleiner Monocotylen, die sich um *Trichophorum atrichum* und *Carex microglochin* gruppieren (siehe S. 342, Ende des ersten Absatzes), bewohnt oft quellige Stellen.

Drittes Kapitel.

Die Hochstaudenflur.

Während die Wiese mit geschlossener dicht verfilzter Narbe den Boden überzieht, bilden die Hochstaudenfluren lockere, den Boden mehrweniger offen lassende Verbände hoher üppiger Stauden auf humusreichem frischem bis feuchtem Boden. Die bodenbedeckenden Gräser treten zurück; blattreiche Stengel mit breiten, quer ausgebreiteten schattenden Blattflächen lassen auf dem Boden nichts aufkommen. Der Schwerpunkt der Stoffproduktion ist gegenüber der Wiese in die Höhe gerückt.

Von den typischen grasreichsten Wiesenformen führt eine ganz gleitende Reihe von Übergängen durch die kräuterreiche „Voralpenflur" und durch die „Quellflur" zur Hochstaudenformation und von dieser zur Schuttflur, die durch den humusärmeren Boden sich unterscheidet.

Die Hochstaudenflur ist eine ganz vorwiegend subalpine Pflanzengenossenschaft und zerfällt in zwei Unterformationen:[1]) die düngerlose „Kar-

---

[1]) Es ist Brockmann (l. c. S. 283), der diese Gliederung vorschlägt. Ich habe früher (auch oben S. 70) die Läger zur Weide gerechnet; ihre Flora verbindet sie aber physiognomisch enger mit der Hochstaudenflur.

flur",[1]) bewohnt die humusreichen Waldlichtungen, die Ufer von Quellbächen, den Fuß schützender, feuchtigkeit- und schattenspendender Felswände, die Lücken des Alpenerlen- und Legföhrengebüsches, zur Ruhe gelangte humusreichere Schutthalden, die Löcher der Karrenfelder und den Grund von „Dolinen" und „Gypsschloten".[2]) Als Ausläufer der Karfluren kann man endlich die „Wachholdergärtchen" betrachten, die in den Schutz des Zwerg-Wachholders sich flüchtenden Hochstauden (siehe oben S. 94).

Fig. 221.

Der alpine Drüsengriffel.
(*Adenostyles alpina* [L.] Bluff et Fingerhut.)

Auf dem Schachen bei Garmisch, Bayern, 1870 m.
(Photogr. v. O. Othmer, Garteninspektor.)

Die „Lägerflora" ist die Fazies des überdüngten Bodens der „Läger", d. h. der Stellen, wo das Vieh regelmäßig zu lagern pflegt; es sind ebene Stellen der Weiden und die Umgebungen der Sennhütten; oft erstreckt sich die Flora von dort zungenförmig talabwärts längs des düngerverschwemmenden Baches. Alle diese Lägerpflanzen sind stickstoffliebende üppige Unkräuter, die das Vieh meidet. Deshalb können sie sich so stark ausbreiten, daß sie alles andere unterdrücken.

---

[1]) Dieser Terminus wurde von Kerner in die Pflanzengeographie eingeführt. Er leitet sich her von den trümmer- und humusreichen Gebirgstälchen, die in Österreich „Kare" heißen; sie beherbergen meist eine Hochstaudenvegetation.

[2]) Über die Zugehörigkeit der Karrenflur zur Karflur siehe besonders Oettli, Ökologie der Felsflora, S. 21—23.

Wir müssen uns hier, da die Hochstaudenflur nur unwesentlich über die Baumgrenze steigt, mit einer summarischen Aufzählung der Haupttypen begnügen.

Am reichsten sind die Körbchenblütler (*Compositen*) vertreten:

Die Drüsengriffel (*Adenostyles*) bedecken mit breiten langgestielten Blättern den Grund und ihre rötlichen wenigblütigen Köpfchen bilden dichte Ebensträuße, die reichlich von Faltern besucht werden. Der **Alpen-Drüsengriffel** (*A. alpina* [L.] Bluff et Fingerhut, Fig. 221) bewohnt die mittel- und südeuropäischen Gebirge von den Pyrenäen bis Siebenbürgen und geht im Wallis bis 2500 m, in Bünden bis 2632 m (Flessalp); auf der Isla persa im Morteratschgletscher bildet er noch bei 2600 m üppige Bestände im Geröll, mit mächtigen breiten Blättern.

Der **Knoblauchskraut-Drüsengriffel** (*A. alliariae* Gouan = *albifrons* Reichenbach) geht weniger hoch (1000—2100 m, kaum über die Baumgrenze steigend, selten bis 2600 m [Bünden] nach Braun) und ist weiter verbreitet als *alpina*, immerhin ebenfalls rein süd- und mitteleuropäisch, in den Gebirgen von den Pyrenäen bis zum Balkan. Vorwiegend oberhalb der Baumgrenze (Wallis 2000—3100 m, Bünden bis 2950 m, Braun) wächst der **weißblättrige Drüsengriffel** (*A. leucophylla* [Willd.] Reichenbach), der mit seinen auch oberseits weißfilzigen dicklichen Blättern besonders die Karfluren des Gerölls schmückt; es ist eine westliche Art: Dauphiné, Piemont, Wallis und Engadin, dort ihre Ostgrenze findend. Ihm ähnelt die ebenfalls weißfilzige **schneeweiße Pestilenzwurz** (*Petasites niveus* [Vill.] Baumgarten), die besonders das Kalkgeröll liebt (Wallis bis 2000 m, Bünden bis 2600 m, Braun).

Die **großblättrige Schafgarbe** (*Achillea macrophylla* L.) bewohnt die Lichtungen des Alpenwaldes und die Alpenerlen-, Legföhren- und Alpenrosenbestände, von ca. 1000—2000 m, auf Kalk- wie auf Silikatgesteinen; sie bildet mit den anderen Arten ihrer Gattung (*A. nana*, *atrata* und *moschata*) leicht fruchtbare Bastarde in gleitenden „goneoklinen" Reihen, so z. B. besonders häufig am untern Ende des Rhonegletschers. Die schöne Pflanze ist ein typisch endemisches Produkt der Alpen von der Dauphiné bis Kärnten. Das **Alpenkreuzkraut**, die „Bluzge" oder „Stafelböhni" der Älpler (*Senecio alpinus* [L.] Scop. = *cordifolius* Gouan = *cordatus* Koch) ist einer der häufigsten Bestandteile der Lägerflora namentlich der zentralen und Nordalpen; er steigt mit dem Dünger bis 2500 m, und geht an Bächen und in Wäldern bis weit in die Ebene herab; den südlichen Alpen, z. B. den penninischen, dem Puschlav und auch den Westalpen fehlt er. Er ist nur in den Alpen, Sudeten, Karpathen und Apenninen zu Hause und ist ein absolutes Unkraut, das durch sein starkes Wuchern auf dem fetten Boden der Läger großen Schaden anrichtet. Die **maskierte Distel** (*Carduus personata* L., Taschenflora Tafel 13 Fig. 2) gehört noch schärfer der Waldregion an (Wallis 800—2300 m, Glarus 420—1820 m, Bünden 800—1800 m, Braun), und ist eine montane Art, bis zu der hercynischen Waldformation („präalpine Gruppe" Gradmanns), nach Italien und dem Balkan streichend. Die üppigen über mannshohen **Milchlattiche** (*Mulgedium alpinum* [L.] Lessing und *Plumieri* [L.] DC.) entfalten auf rotdrüsigen Blütenständen ihre blauen Cichorienblütenköpfchen und verlassen kaum den Schatten des Alpenwaldes oder Alpenerlengebüschs, mit diesem die Waldgrenze überschreitend. Der **Alpen-Milchlattich** ist eine verbreitete Montanpflanze Europas, Westsibiriens und des Kaukasus, eine Charakterpflanze der Bergwälder der mitteldeutschen Gebirge, bis nach Skandinavien und Nordrußland reichend (Wallis 1000—2000 m, Glarus 950—2200 m, St. Gallen und Appenzell 1300—1800 m, Bayern 1100—1930). **Plumiers Milchlattich** ist eine westliche Art (Pyrenäen, Westalpen, Jura, Vogesen, Schwarzwald). Der **schaben-**

krautblättrige Pippau (*Crepis blattarioides* [L.] Villars), ein Bewohner der Pyrenäen, Alpen und ihrer Trabanten bis zu den Karpathen, geht vom Buchenwald bis wenig über die Baumgrenze (2200 m in Bünden nach Braun).

Eine der auffallendsten Gestalten unter den Hochstauden der Kompositen ist die **Trockenscharte** (*Centaurea rhapontica* L., Taschenflora Tafel 7 Fig. 5). Mannshoch erheben sich die dicken Stengel, gekrönt von gewaltigen faustgroßen Blütenköpfen, die in einen Korb raschelnder braunhäutiger Hüllschuppen eingebettet sind. Die großen dreieckigen Grundblätter sind unterseits weißfilzig. Es ist ein endemisch-alpiner Typus von südlicher Verwandtschaft, der von der Dauphiné bis Kärnten reicht, aber mit weiten Lücken (z. B. im Engadin). In den Voralpen ist er oft recht häufig, z. B. auf der Curfirstenkette oberhalb Walenstadt.

Neben den Körbchenblütlern stellen die Doldengewächse (*Umbelliferen*) das stattlichste Kontingent zur Hochstaudenflur. „Eine Dolde im Gewand der Distel" stellt die **Alpen-Manns-Streu** dar (*Eryngium alpinum* L.). Die dicken zylindrischen, dicht mit Blüten besetzten kolbenförmigen Dolden sind von einer fein ausgezackten Halskrause aus einem Hochblattkranz umgeben, der vom zartesten Amethystblau überhaucht ist (Taschenflora Tafel 7 Fig. 6). Bei kühler Witterung und nachts legt sich die Hülle schützend über die Blüten zusammen. Die Pflanze ist über den ganzen Alpenbogen von der Provence bis Kroatien und auf den illyrischen Gebirgen verbreitet, auch im Jura, immerhin mit Schwerpunkt im Westen; berühmt sind die Wiesen beim Lac de Taney oberhalb Vouvry am obern Ende des Genfersees, die zur Blütezeit der Pflanze blau schimmern vom „Chardon bleu". Ins Wallis tritt die Pflanze nicht ein, streicht aber in ververeinzelten Kolonien längs der nördlichen und zentralen Ketten (Champéry, Susanfe, Bourg St. Pierre, Dent de Morcles, Freiburger Alpen, Distelwand am Jochpaß bei Engelberg, Wandfluh bei Nufenen, Gafiertal in St. Antönien, Prätigau). Sie läßt sich leicht kultivieren und bildet in manchen Gegenden eine Zierde der Bauerngärten. Ihre nächsten Verwandten sind vorwiegend mediterran. — Das lästige Unkrautgeschmeiß der hohen üppigen düngerliebenden Dolden aus den Geschlechtern der **Kälberkröpfe** und **Bärenklaue** breitet seine schattenden Blätter auch auf den Lägerfluren der Alpen und den Karfluren des Alpenwaldes (*Chaerophyllum hirsutum* L. subspecies *Villarsii* [Koch] Briquet, bis 2350 m im Wallis, 2600 m in Bünden nach Braun, *Heracleum sphondylium* L., bis 2400 m im Wallis, 2300 m in Bünden (Braun), meist in der subspec. *montanum* [Schl.] Briquet). Eine weitverbreitete mittel- und nordeuropäische Montanpflanze ist die **Meisterwurz** oder „große Astränze" (*Peucedanum ostruthium* [L.] Koch = *Imperatoria ostruthium* L.), mit ihrem aromatischen Rhizom ein beliebtes Volksheilmittel (Wallis bis 2470 m, Bünden bis 2650 m (Braun).

Die *Ranunculaceen* stellen zahlreiche Formen zur Hochstaudenflur. Da sind vor allem die **Eisenhut**-Arten (*Aconitum*). Die Blüte birgt unter einem sturmhutförmigen Hüllblatt zwei große Honigdrüsen, an einem langen, zur rüsselführenden Hohlschiene ausgebildeten Stiel befestigt; ihr süßer Inhalt ist normal nur den Hummeln zugänglich. Die Blüte ist in der Tat den Hummeln so eng angepaßt, daß es nur dort Eisenhut gibt, wo auch Hummeln vorkommen: die Gesamtverbreitung der Gattung *Aconitum* liegt innerhalb des Gebietes der Gattung *Bombus* (Kronfeld).

Die Eisenhutarten sind alle giftige ausdauernde Pflanzen mit rübenförmiger Wurzel, handförmig geteilten Blättern und hohen Blütenständen. Der **blaue Eisenhut** (*Aconitum napellus* L., Taschenflora Taf. 6 Fig. 1) zieht den Kalk vor; er ist eine weit verbreitete mittel und nordeuropäische Gebirgspflanze, die feuchten und fetten Boden liebt, und von den Marschen Hannovers (Glazial-

relikt!) und der montanen Fazies der Flachmoore bis zu den obersten Sennhütten und den höchsten Schaflägern steigt (Wallis 2400 m, Bünden 2925 m), besonders gern besiedelt er die Löcher der Karrenfelder und die Gypsschlote und schmückt die „Wachholdergärtchen“; auch in Nordamerika ist er verbreitet, fehlt aber der Arktis. Der **gelbe Eisenhut** (*A. lycoctonum* L., Taschenflora Tafel 6 Fig. 3) hat regional und zonal eine engere Verbreitung; sein langer gelber Helm wird fast stets an der Spitze von honigraubenden Hummeln angebissen. Seltenere Arten sind: *A. paniculatum* Lamarck (Taschenflora Tafel 6 Fig. 2), *variegatum* L. und *Stoerkeanum* Rchb. An die Eisenhutarten schließt sich der **hohe Rittersporn** (*Delphinium elatum* L.) enge an: hier ist die Blüte noch spezialisierter: die zwei vom Blütenhüllblatt umscheideten Honigsporne haben eine solche Länge, daß ein Rüssel von 19—22 mm Länge zur völligen Entleerung nötig ist. Es kann nach den Beobachtungen Müllers nur die Gartenhummel (*Bombus hortorum*) als regelrechter Bestäuber in Frage kommen; in der Tat ist bis jetzt auch nur diese beobachtet worden. Da die Selbstbestäubung ohne Erfolg ist, so erscheint also der Rittersporn in seiner Samenbildung an die Gartenhummel gebunden. Er bewohnt namentlich die Karfluren der Wälder und Gebüsche (Wallis bis 2000 m, Bünden bis 1900 m (Braun), Glarus bis 1600 m) und besitzt eine weite, auch arktische Verbreitung. Die Gattung hat ihr Zentrum in Zentral- und Vorderasien. Die Art ist also wahrscheinlich von Osten her eingewandert.

Die Grenzbestände zwischen Karflur, Geröll und festem Weiderasen (niemals die Läger) bewohnt die schönste und seltenste unter den hohen Alpen-*Ranunculaceen*: die **Alpen-Aklei** (*Aquilegia alpina* L., Taschenflora Tafel 16 Fig. 1). Rambert schildert in seiner poetischen Sprache den Wunderbau der Blüte dieser Pflanze wie folgt: — „Der Aufbau dieser Blüte ist von wundersamster Arbeit und von glücklichster Fülle: sie hat 5 Blumenblätter, deren Spitze sich in einen zurückgekrümmten, nach oben gerichteten Sporn verlängert, während das vordere Ende sich zu einem Gefäß von gotischem Schnitt erweitert; dann einen Kreis anderer Blütenblätter, mit dem ersten abwechselnd, breiter, länger und horizontal gerichtet, wie ebenso viele offene Flügel. Eine solche Blüte darf wohl groß sein: sie kann nie schwerfällig werden, immer schwebt sie leicht einher, und ihre gewaltigen Verhältnisse lassen nur die seltene, ebenso harmonische als originelle Gestalt um so besser hervortreten, in welcher in kühnstem Schwung der Genius des Schönen und Phantastischen sich erging.“

Die Blüte ist biologisch noch nicht untersucht (Aufgabe für Sommerfrischler!); nach Analogie mit der ähnlichen *A. vulgaris* der Ebene wird sie wohl von langrüßligen Hummeln bestäubt. Bei ihren Verwandten wird von räuberischen Hummeln, deren zu kurzer Rüssel ein normales Saugen nicht erlaubt, der Sporn oben angebissen und der Honig durch Einbruch schon in der Knospe geraubt. Die Bienen, deren Rüssel ebenfalls zu kurz ist, benutzen häufig die von den Hummeln herrührenden Löcher. — Die Pflanze ist viel ausgesprochener alpin, regional und zonal, als ihre vorgenannten Familiengenossen: Wallis 1600—2400 m, Aostatal 1000—2400 m, Glarus 1280—1920 m, Bünden bis 2600 m [Braun]); sie ist „eine Charakterpflanze der Alpen im engsten Sinn“; ihre Verwandtschaftsbeziehungen freilich weisen auf Asien, wo die übrigens auch in Nordamerika weit verbreitete Gattung sehr reich entwickelt ist.

Endlich steigt aus der Ebene als Bestandteil feuchter Wiesen und Karfluren bis 2500 m die **akleiblättrige Wiesenraute** (*Thalictrum aquilegifolium* L.), eine Pollenblume und gelegentliche Wind- und Selbstbestäuberin, bei der die zahlreichen violetten, seltener weißen Staubblätter als Schauapparat figurieren.

In der Lägerflora tritt am häufigsten und massenhaftesten der **Alpenampfer** (*Rumex alpinus* L.) auf;[1]) aus einem dickem horizontal kriechenden Erdstock entspringen auf langem mastigem Stiel die großen Grundblätter und die hohen Stengel mit den dichtgedrängten blütenreichen Rispen. Oft bildet die Pflanze um die Sennhütten ausgedehnte fast reine Bestände,[2]) da sie sich reichlich vegetativ vermehrt und leicht alles andere unterdrückt, indem sie sich im Frühling sehr rasch entwickelt. Die selten zwittrigen, meist teils männlichen, teils weiblichen Blüten werden durch den Wind bestäubt; dabei ist durch das Vorauseilen der weiblichen Blüten (Metandrie) die Kreuzung gesichert; die Frucht ist durch die bleibenden Perigonblätter mit einem dreiflügligen Flugapparat versehen. Die Pflanze bewohnt die zentral- und südeuropäischen Gebirge von den Pyrenäen und Zentralfrankreich bis zu den Karpathen, Balkan, Kaukasus und Armenien; sie geht in den Alpen im Wallis bis 2550 m, in Bünden bis 2739 m; im Jura ist sie selten.

Die vom Vieh nur wenig berührte, auf der Alp also schädliche Pflanze wird in vielen Bergdörfern kultiviert und als Schweinefutter[3]) für den Winter eingemacht. Man findet da förmliche „Blackengärten"; die Blätter werden 3 mal im Jahr ausgerissen, gekocht und wie Sauerkraut in viereckigen Bretterbehältern eingemacht, die in die Erde eingegraben sind. In manchen Montafuner Dörfern wird auch auf der Alp so verfahren, und im Winter der fest gefrorene „Blakenklotz" über den Schnee ins Dorf hinabgeschlittet; eine sehr nachahmenswerte Ausnützung dieses Alpenunkrauts.

Ebenfalls der Lägerflora mischt sich die rein subalpine **Wald-Sternmiere** (*Stellaria nemorum* L.) bei, die neuerdings namentlich bei den Förstern in einen schlechten Ruf gekommen ist durch die Entdeckung Prof. E. Fischers in Bern, daß der Pilz des Krebses und der Hexenbesen der Weißtanne (*Melampsorella Caryophyllacearum* [DC.] J. Schröter) von dieser Pflanze und ihren Verwandten aus auf die Weißtanne gelangt. Von der Ebene bis 2450 m, so weit überhaupt Schafläger sich finden, steigt die **Brennnessel** mit dem Dünger (*Urtica dioïca* L.); auch die **Waldminze** (*Mentha silvestris* L.) geht an feuchten Stellen bis über die Baumgrenze, ebenso die **„Heimele"** (*Chenopodium bonus Henricus* L.).

Die Schuttform der Karfluren bewohnt *Lilium Martagon*, der **Türkenbund**, bis 2600 m (Braun); die Wald- und Gebüschform zwei andere *Liliaceen*: die **quirlblättrige Weißwurz** (*Polygonatum verticillatum* [L.] All., bis 2300 m) und der **Knotenfuß** (*Streptopus amplexifolius* [L.] Mich.). Letzterer ist ausgezeichnet durch die eigenartige Knickung des Blütenstiels, durch welche die Blüte unter dem Blatt geborgen wird. Sie ist im arktischen Ostasien und Nordamerika verbreitet und fehlt dem europäischen Norden; in den mittel- und südeuropäischen Gebirgen geht sie von Asturien bis zum Balkan (inkl. Korsika und Spanien). Die höchst eigenartige, in unserer Flora ganz vereinzelt dastehende **alpine Wachsblume** (*Cerinthe alpina* Kitaibel), eine haarlose Vertreterin der Familie

---

[1]) Auch Stafelblake, Schmeißblacke, Blackten, Mistblacke, Süüblacka, Münchsrhabarber, Sürelen usw. genannt (Stebler).

[2]) Daher Namen wie „Blackialp" am Bristenstock, „Blackenalp" am Surenenpaß (Stebler).

[3]) Stebler teilt Analysen desselben mit, aus denen sein hoher Nährstoffgehalt hervorgeht: das eingemachte Blaktenfutter besaß, bezogen auf einen Wassergehalt von 14 %: 22,5 % Roheiweiß, 5,3 % Rohfett, 33,6 % stickstofffreie Extraktstoffe, 14,8 % Rohfaser und 9,8 % Asche. Es wird gewöhnlich mit Kleie, Maisschrot und Emdblumen verfüttert.

der Rauhblättrigen ist kalkliebend und hat homogame Hummelblumen mit hängender wachsgelber Blütenglocke; sie hat vorwiegend südliche Verwandtschaft.

Endlich mögen als mehr oder minder häufige Begleiter der Karfluren noch genannt sein: der **rundblättrige Steinbrech** (*Saxifraga rotundifolia* L.), die **Tages-Lichtnelke** (*Melandryum silvestre* [Schrank] Röhling) und der **Wald-Storchschnabel** (*Geranium silvaticum* L.) und von den Farnkräutern der vielverkannte Alpen-Mittelfarn (*Athyrium alpestre* [Hoppe] Rylands), der vorwiegend auf Urgebirge und Schiefer zusammenhängende Bestände bildet, bis 2400 m. Von Gräsern mischt sich das düngerliebende Trio bei: *Poa annua* var. *supina*, *Poa alpina* und *Phleum alpinum*, an feuchtern Stellen auch *Deschampsia caespitosa*.

Viertes Kapitel.

Die Gesteinsfluren.

§ 1. Allgemeines.

§§ 1. Definition.

Wir besprechen unter diesem zusammenfassenden Titel die „offenen Formationen" der alpinen Region, bei denen zwischen den Pflanzenstöcken das nackte Gestein zutage tritt, vom festen kompakten Fels bis zum feinen Sand und Schlamm. Im hochalpinen Klima, oberhalb der Grenze des geschlossenen Rasens, sind die Gesteinsfluren neben der Flora des Wassers, des Schnees und Eises die einzigen klimatisch möglichen, überhaupt vorkommenden Pflanzengesellschaften; unterhalb dieser Grenze kommen sie neben den hier klimatisch möglichen geschlossenen Formationen vor (als „edaphisch", d. h. durch den Boden bedingte Gesteinsfluren). Übrigens dringt die Flora der Gesteinsfluren, besonders des Gerölls, vielfach auch als Unterwuchs ins Legföhrengebüsch und in den Alpenwald ein. Was in der gesamten alpinen Region nicht im Gesträuch, auf der Wiese, im Wasser oder Schnee lebt, fällt unter den Begriff der Gesteinsflur.

Die Standorte wie ihre Besiedler bilden eine gleitende Reihe vom Fels bis zum Sand; deshalb fassen die meisten Pflanzengeographen Fels und Felsschutt zusammen.[1])

---

[1]) So Vierhapper und Handel-Mazetti (Ostalpen); Warming versteht dasselbe unter „Felsfluren", ebenso Oettli und Brockmann; Drude faßt sie als „Fels- und Geröllformationen" zusammen und gliedert sie weiter nach der Höhenlage,

§§ 2. Allgemeine Bedingungen.[1])

Die Besiedler von Schutt und Fels sind ökologisch dadurch charakterisiert, daß sie auf dem mineralischen Boden wachsen können und mit sehr wenig Humus vorlieb nehmen („Rohbodenpflanzen"),[2]) und daß sie die Konkurrenz rasenbildender Arten auf humusreicherem Boden nicht oder sehr schlecht ertragen. Die extremst angepaßten dringen nie in den geschlossenen Rasen ein; von diesen führt eine gleitende Reihe immer weniger „rasenscheuer" Formen bis zu den Wiesenpflanzen. Der größte Teil der Besiedler der Gesteinsfluren sind also „Flüchtlinge im Kampf ums Dasein", die entweder durch die Konkurrenz oder durch ihre stärkere Resistenz gegen klimatische Faktoren auf die unwirtlichen Fels- und Schuttgründe verdrängt werden.

Umgekehrt sind viele Rasenpflanzen imstande, auf Schutt und Fels vorzudringen, so daß die Gesteinsfluren neben den wirklichen „Lithophyten" im weitesten Sinn stets auch Eindringlinge aus andern Formationen beherbergen, und man sich sehr hüten muß, die Bewohner der Gesteinsfluren ohne weiteres als charakteristisch für dieselben anzusehen.

Strittig ist die Frage der Konkurrenz: auf der Wiese ist jede Pflanze nur so weit verbreitet, als es die ständig wirkende Konkurrenz mit den andern dicht sich drängenden Formen zuläßt; jedes Plätzchen ist besetzt. Auf der offenen Gesteinsflur, wo die Individuen weit voneinander getrennt sind, scheint die Konkurrenz keine Rolle zu spielen, da sich die Pflanzen ja nicht direkt bedrängen. Die Lücken können auf dreierlei Gründen beruhen:

Entweder ist das Klima so ungünstig, daß immer nur wenige besonders kräftige Pflanzen sich entwickeln können und gerade genug Keime erzeugt werden, um den Abgang zu decken (Warming). Das gilt besonders für die Region oberhalb des geschlossenen Rasens, für die klimatisch bedingten Gesteinsfluren.

Oder es sind nur die besiedelten Plätze auf Fels oder Schutt überhaupt besiedelbar, durch besonders günstige Kombination der „speziellen Standortsfaktoren" (Jaccard) und infolge der hochspezialisierten Standortsbedürfnisse der Besiedler.

Oder es ist der nötige „Wuchsraum" für jedes Individuum im Boden so groß, daß die oberirdischen Teile getrennt erscheinen; das gilt nur für Schutt- und Sandfluren.

In den letzten beiden Fällen ist also aller verfügbare Raum vergeben und die Konkurrenz entscheidet über das Schicksal neuer Besiedler. Wir sind aber bis jetzt nicht imstande, über diese Möglichkeiten zu entscheiden und müssen daher die Frage offen lassen. Für die Felsflora sprechen die Beobachtungen Oettlis in der Tat für das Bestehen einer Konkurrenz: er fand „daß die

---

ebenso Pax; Günther Beck bringt unter seiner „Formation der Felsenpflanzen" ebenfalls die Flora der kompakten Felsen und des Felsschutts zugleich, aus allen Regionen; Engler spricht von „Geröll- und Felsenheiden", von „montanen Felsenpflanzen" auf Felsen und geröllreichen Abhängen, von „hochalpinen Felsen- und Geröllpflanzen".

[1]) Es liegen über die Gesteinsfluren außer der Arbeit von Oettli über die Felsflora keine tiefer eindringenden ökologischen Spezialstudien vor. Das Folgende gründet sich neben Oettli auf mehr gelegentliche Beobachtungen des Verfassers und ist als ein Versuch zu beurteilen.

[2]) Sie können aber auch in sehr humusreichen Felsspalten wachsen, wie namentlich Oettli gezeigt hat; sie sind als nicht „humusfliehend" zu bezeichnen.

jüngern Exemplare der Felsenpflanzen eigentlich allenthalben am Fels und in jeder Vergesellschaftung zu finden sind, während das von alten Stöcken nicht gesagt werden kann". Doch sind diese Beobachtungen in tieferen Regionen gemacht. Es fehlt eine bis zu oberst ausgedehnte spezielle Studie über das Verhältnis zwischen „Aussaatversuch" und „Besiedelungsergebnis"[1]) auf den Gesteinsfluren.

§§ 3. Allgemeine Charakteristik der Schuttformen.[2])

Der allgemeinste Gegensatz unter den Standorten der Gesteinsfluren ist der zwischen dem kompakten unverwitterten anstehenden „gewachsenen Fels" und dem „Schutt"[3]) oder „Fels-Schutt" im weitesten Sinn, dem zertrümmerten und verwitterten Fels. Die verschiedenen Schuttformen können wir nach der Größe folgendermaßen gruppieren:

„Blöcke" haben über 25 cm Durchmesser (Ramann); sie können auf ihrer Oberfläche eine Felsflora beherbergen, soweit dieselbe nicht vom Wasservorrat ausgedehnter Spalten abhängig ist. Zwischen und unter den Blöcken kann eine Schuttflora, Erdflora oder Wiesenflora auftreten, die immerhin durch Beschattung und größere Feuchtigkeit von den Blöcken beeinflußt wird.

„Grob-Schutt" möchte ich Gesteinsbrocken mittlerer Größe, von ca. 25 cm Durchmesser bis herab auf etwa Kirschgröße bezeichnen. Er ist locker gehäuft; die wurzelfähige[4]) Erde liegt in der Tiefe und ist also stets von einer nicht bewurzlungsfähigen beweglichen Schicht aus Gesteinsbrocken bedeckt, was für die Pflanzen von großer Bedeutung ist. Es scheint mir fraglich, ob die die Schuttbrocken bewohnenden Flechten und Moose zur Felsflora zu rechnen sind; sie stehen wohl unter etwas anderen Bedingungen als auf kompaktem Fels und großen Blöcken. Der bekannte Flechtenforscher Arnold hebt wiederholt hervor, daß die Flechten auf den erdwärts gekehrten, feuchten Seiten der Gesteinsbrocken andere seien als auf den obern trocknen.

---

[1]) Ich verstehe darunter das Verhältnis zwischen den von einer Art auf einem bestimmten Gebiet ausgesäten und gekeimten Samen und den auf demselben Gebiet durchschnittlich möglichen fruchtreifen Stöcken; man könnte es auch als „Selektionskoeffizienten" bezeichnen. Ansätze zu solchen Studien für die Wiesenflora finden sich in den „Wiesentypen der Schweiz".

[2]) Bei diesem Kapitel hatte ich mich der freundlichen Mithilfe meines Freundes Prof. Früh und des Herrn E. Hess, cand. geol. zu erfreuen, was ich hiermit dankend erwähne.

[3]) Die Bezeichnung „Schutt" wird allerdings pflanzengeographisch auch in ganz anderem Sinn gebraucht: nämlich für den durch Menschenhand angehäuften Abfall mit seiner oft salzreichen Krume und seiner „Ruderalflora". Für die Morphologie des Gebirges sind aber Ausdrücke wie „Schutthalden, Schuttkegel" usw. so eingebürgert, daß die Anwendung eines andern Ausdrucks unzweckmäßig wäre.

[4]) Bis zu welcher Maximalgröße des Korns herauf der Schutt fähig ist, als Substrat für Saugwurzelbildung zu dienen, darüber finde ich in keiner „Bodenkunde" eine klare Angabe. Vielleicht soll die als obere Grenze der „Feinerde" angenommene Größe von 2 mm Durchmesser diesen Sinn haben? Jedenfalls ist diese Maximalgröße nach Gesteinsart und Feuchtigkeitsverhältnissen sehr wechselnd.

Wir müssen unterscheiden zwischen „ruhendem Grobschutt“ und „beweglichem Grobschutt“. Letzteren allein sollte man als „Geröll“ bezeichnen,[1]) bzw. „Grobgeröll“. Durch Wassertransport gerundeter Grobschutt wäre als „Grobkies“ zu bezeichnen.

Als „Feinschutt“ möchte ich die Körner von Kirschgröße (ca. 2 cm) bis herab zu 2 mm, also bis zur „Feinerde“ bezeichnen. Sind die Stücke eckig, so kann man sie „Grus“ nennen, sind sie gerundet, „Feinkies“,[2]) sind sie beweglich (an Schutthalden) „Feingeröll“ oder „Grusgeröll“.

Was unter 2 mm Korngröße besitzt, heißt nach dem Sprachgebrauch der Bodenkunde „Feinerde“. Als „Sand“ möge ein loser Boden aus Bestandteilen bezeichnet werden, die einen Durchmesser von 2 mm bis herab zu 0,25 mm haben; das feinere wird als Ton bezeichnet („abschlämmbare Teile“). Für unsere Zwecke bezeichnen wir die nackte Feinerde als „Erde“ schlechtweg.

Wir haben also folgende Skala:

1. Fels.
2. Blöcke bis herab zu 25 cm Durchmesser.[3])
3. Grobschutt von 25 cm bis 2 cm Durchmesser.
   Grobgeröll, wenn beweglich.
   Grobkies, wenn gerundet.
4. Feinschutt von 2 cm bis 2 mm Durchmesser.[4])
   Feingeröll, wenn beweglich.
   Feinkies, wenn gerundet.
   Grus, wenn eckig.
5. Sand, Boden aus losen Körnern von 2 mm bis herab zu 0,25 mm.
   Sandgeröll, wenn beweglich.
6. Ton unter 0,25 mm Durchmesser.
   Erde = Gemisch von Sand und Ton.

Es wäre sehr zu wünschen, daß die botanischen Sammler im Gebirge bei der Etikettierung ihrer Funde diese verschiedenen Formen des Felsschuttes scharf auseinanderhielten. Wir wären dann imstande, die Herbarien in viel ersprießlicherer Weise als bisher für ökologische Studien auszunützen.

§§ 4. Charakterisierung der Standorte.

Die oben charakterisierten Schuttformen treten im Gebirge meist gemischt auf; die Natur dieser Mischung ist in hohem Maße abhängig von der Verwitterungsfähigkeit des Gesteins und von der Genesis des Schuttes. Schwer

---

[1]) Oettli (l. c.) schlägt vor, den beweglichen Schutt als Geröll, den ruhenden Schutt als „Schutt“ schlechtweg zu bezeichnen, und also von Geröllflora und Schuttflora zu sprechen. Ich trage Bedenken, den allgemein anders gebrauchten Ausdruck Schutt willkürlich in seiner Bedeutung so einzuengen. Man könnte vielleicht zwischen Ruh-Schutt und Geröll unterscheiden.

[2]) Wenn Ramann (Bodenkunde) als „Grus“ nur die Stücke von 2—4 mm Durchmesser gelten lassen will, tut er m. E. dem Sprachgebrauch Zwang an.

[3]) Oswald Heer hat 1835 dafür „Gand“ vorgeschlagen. Doch bedeutet dieser aus dem Raetoromanischen stammende Name (siehe schweiz. Jdiotikon) allgemein Schutt, auch Kiesablagerungen.

[4]) Heer schlägt hierfür „Riese vor; diese Bezeichnung, von „rieseln“ herrührend, ist mehr eine geomorphologische, als eine auf der Größenordnung beruhende.

verwitterbare Gesteine („dysgeogene“ nach THURMANN) liefern größere Trümmer, leicht verwitterbare („eugeogene“) liefern die kleinkörnigen Schuttformen.

Geomorphologisch, als Gebilde der Erdrinde, lassen sich die Standorte der Gesteinsfluren etwa so charakterisieren:

A) Fels: Felswände, Felsplateaus, Gletscherschliffe, Felsblöcke.

B) Schutt:

a) an Ort und Stelle entstanden: Blockgipfel, Schuttgipfel,

b) Transportiert oder bewegt: Bergstürze, Obermoränen, Grundmoränen (als frei gewordene „Gletscherböden“ mit dem Ausdruck „Sandr“ bezeichnet), Geröllhalden, Schuttfelder am Fuß derselben, Schuttkegel von Wildbächen, Kies- und Sandanschwemmungen an deren Ufer.

§§ 5. Ökologische Gruppierung der Gesteinsflora nach dem Bewurzelungsmodus.

Die allgemeinste und am schärfsten trennende Differenz in den Ansprüchen der Gesteinspflanzen beruht auf der Lage der Bodennährschicht. Wir können demnach etwa folgende, auf die Unterlage gegründete Gruppierung vorschlagen:

A) Die Pflanze dringt mit Wurzelzellen (Rhizoiden) (bei Flechten und Moosen) oder mit echten Wurzeln (bei Gefäßpflanzen) in die Unterlage ein.

I. Die Wurzelorgane dringen in Erde ein.

Erdwurzler oder Chomophyten (OETTLI).

1. Die Wurzelerde ist nicht in Felsspalten enthalten.

a) Die Erdschicht ist so dick, daß der unterliegende Fels kaum auf den Standort einwirkt.

α) Die Wurzelerde tritt oberflächlich und nackt zutage, ist nicht von Gesteinstrümmern bedeckt.

Erdflora (Flora der nackten Erde, d. h. des Tones, Schlammes, stets ruhend).

Sandflora (Flora des losen Sandes), ruhend oder beweglich.

β) Die Wurzelerde ist von einer Lage unbewurzelbarer Gesteinstrümmer bedeckt, durch die sich die Pflanze hindurcharbeiten muß.

Schuttflora im weitesten Sinn.

Flora des ruhenden Grobschutts.

„ „ „ Feinschutts.

„ „ beweglichen Grobschutts (Grobgeröllflur).

„ „ „ Feinschutts (Feingeröllflur, Grusgeröllflur).

„ „ Grobkieses.

„ „ Feinkieses.

b) Die Wurzelerde liegt in dünner Schicht auf Vorsprüngen oder Flächen des Felsens auf, so daß der Fels den Standort beeinflußt.

Oberflächenpflanzen des Felsens („Exochomophyten“ OETTLI).

2. Die Wurzelerde ist in Felsspalten enthalten.

Spaltenpflanzen des Felsens („Chasmophyten“ SCHIMPERS).

II. Die Wurzelorgane dringen in den harten unverwitterten Fels ein.

Felswurzler („Lithophyten“ SCHIMPERS).

Steinflechten (und Steinmoose?).

B) Die Pflanze hat keine besondern Wurzelorgane, sondern nimmt mit der ganzen Oberfläche Nahrung auf, ist mit einer Schleimschicht am Felsen befestigt, oder frißt sich in denselben ein.

Felshafter („Lithophyten" SCHIMPERS z. T.).

Steinalgen.

Kurz gefaßt, haben wir also drei Hauptkategorien der Besiedler der Gesteinsfluren:

I. Erdflora: mit oberflächlich liegender Wurzelerde.
Erdalgen, Erdflechten, Erdmoose und zahlreiche Gefäßpflanzen.

II. Schuttflora: Wurzelerde von Schutt bedeckt (nur Gefäßpflanzen).

III. Felsflora.
Oberflächenpflanzen: Gefäßpflanzen und Moose.
Spaltenpflanzen: " " "
Felswurzler: Flechten (und Moose?) } Lithophyten.
Felshafter: Algen }

§§ 6. Die „regionenvage" Natur der Felsflora.

GÜNTHER BECK[1]) hat zuerst darauf hingewiesen, daß Fels und Felsschutt als Pflanzenstandorte „gleichsam eine Vermittlung der Flora aus verschiedenen Höhenlagen besorgen und eine Stufenleiter bilden, auf welcher die Gewächse höherer Regionen, geschützt vor der überflutenden Masse der in tiefern Gegenden ausgebreiteten Vegetation, bis in die Täler herabsteigen können".

Und umgekehrt, können wir hinzufügen, vermögen ausgesprochene Ebenenpflanzen und Bergpflanzen auf Felsstandorten bis zu großen Höhen anzusteigen (*Thymus serpyllum* bis 3000 m, *Hippocrepis comosa* bis 2800 m, *Biscutella laevigata* bis 2800 m, *Kernera saxatilis* bis 2200 m usw.). Hierher gehört die von BRIQUET hervorgehobene Tatsache, daß die xerothermen Elemente der Alpen, die vorwiegend Gesteinsfluren bewohnen, gegen Höhendifferenzen wenig empfindlich sind: *Stupa pennata* im Wallis bis 1950 m, *Juniperus sabina* bis 2500 m, *Poa concinna* bis 2500 m, *Festuca valesiaca* bis 2130 m, *Sempervivum arachnoideum* bis 3000 m.

§ 2. Die Erd-, Sand- und Schuttflora.

Wir wollen die Hauptrepräsentanten dieser Gruppen nach ökologischen Gruppen kennen lernen.

§§ 1. Erdalgen.

GRAEBNER[2]) hat für die norddeutsche Heide nachgewiesen, daß auf dem völlig nackten Sand sich als erste Humusbildner eine Reihe von Algen (*Sirosiphon ocellatus*, *Ulothrix radicans*, *Palmogloea macrococca*, *Oscillatoria tener-*

---

[1]) Flora von Hernstein, Wien 1884, S. 21. Siehe auch die lehrreiche Übersicht der Fels- und Schuttflora nach Regionen ebenda, S. 41—46.

[2]) P. GRAEBNER, Studien über die norddeutsche Heide. — ENGLERS bot. Jahrb. Bd. XX 1895 und: Die Heide Norddeutschlands. — Bd. V der Serie: Die Vegetation d. Erde, herausgegeben von ENGLER u. DRUDE. — Leipzig 1901.

rima, *Lyngbya vulgaris* und *Pleurococcus vulgaris*) ansiedeln, neben fadenartigen Moos-Vorkeimen. Aus den Alpen sind mir keine Beobachtungen über solche Erdalgen bekannt. Es wäre eine dankbare Aufgabe für einen Algologen, einmal über der Baumgrenze die Rolle der Algen als Humusbildner zu studieren.

§§ 2. **Erdflechten.**[1])

Ein spärliches Abbild der länderweiten Flechtentundren des hohen Nordens gewährt die alpine „Flechtentundra“, wo auf größern Strecken die nackte steinige oder sandige Erde mit Strauch- oder Krustenflechten lose überzogen ist. Es ist eine meist graulich oder gelblich schimmernde Matte, bei trocknem Wetter unter dem Tritte knisternd, bei feuchtem elastisch schwellend.

Da sprießen die feinverzweigten Sträuchlein der Becherflechten oder *Cladonien*, auch Korallenmoos genannt wegen der korallenroten Sporenfrüchte. Die Renntierflechte (*Cladonia rangiferina* Hoffmann[2]) ist ein weitverbreiteter Kosmopolit der Gebirge und des hohen Nordens, wo er die Renntierherden der Lappen nährt.[3]) Oder es breiten sich dicht am Boden die graulichen krausen flachen Polster der Strunkflechten aus (*Stereocaulon tomentosum* Fr., und *alpinum* Laur.), bis 3600 m steigend. Oder es liegen wie Ballen die schwellenden Polster der gelblichen Federbuschflechte (*Alectoria ochroleuca* Nyl.) auf der Erde, die an die Flechtenbärte der Alpenwälder erinnert und im hohen Norden die resistenteste aller Flechtenheiden, die *Alectoria*-Heiden bildet; im Gebirge steigt sie von 1600 m bis über 3000 m. Wie in der arktischen *Platysma*-Formation, so bilden auch hier die Tartschenflechten (*Platysma cucullatum* Hoffm., *nivale* Nyl., die fast stets zusammen vorkommen und *fahlunense* L.) dicke Polster, bis über 3400 m, auf allen Bodenarten. An etwas humusreicheren Stellen kriechen die weißen Schlänglein der Wurmflechte (*Thamnolia vermicularis* Ach.) über den Grund, sternförmig sich ausbreitend; es ist ein kosmopolitischer Gebirgsbewohner, der als „Contrayerba blanca“ auf den peruanischen Anden gegen Magenbeschwerden gebraucht wird. In saftig grünen krausen Flächen schmiegt sich die hochalpine Safranflechte der Erde an (*Solorina crocea* [L.] Ach., bei ca. 1600 m beginnend, von Heer noch auf der Spitze des Piz Linard 3416 m gefunden), mit kastanienbraunen Sporenfrüchten und prachtvoll safrangelber Unterseite; die nahe verwandte Sackflechte (*Solorina saccata* Ach.) hat weißliche Unterseite und sackförmig eingesenkte Sporenfrüchte; sie ist eine Gebirgspflanze Europas und Nordamerikas. *Solorina bispora* Nyl. ist eigentlich alpin. Auf dürrem trockenem Boden sitzen die braunen feinästigen Kugelbüsche der stachligen Hornflechte (*Cornicularia aculeata* Ach.), der „Hungerflechte“ par excellence, die vom dürrsten Heideboden Norddeutschlands bis zu den trockenen Sandfeldern des Hochgebirges vorkommt, nach Graebner „wohl die anspruchsloseste unter allen

---

[1]) Ich verdanke Herrn Dr. Zahlbruckner-Wien hier seine freundliche Beihilfe, insbesondere betreffend Nomenklatur der Flechten.

[2]) Nach Zahlbruckner ist *Cl. rangiferina* eine Flechte der Niederungen und des Montangebietes und wird in größerer Höhe durch *Cladonia alpestris* (L.) Rabh. vertreten.

[3]) Andere häufige erdbewohnende *Cladonien* in den Alpen sind *Cl. fimbriata* L., *gracilis* L., *amaurocraea* Fl., *pyxidata* L., letztere z. B. noch auf der Spitze des Piz Cotschen im Unterengadin, bis 3029 m, aber auch in der Ebene, alle auf Kalk und Urgebirge bis über 3000 m steigend.

Pflanzen". Auch das isländische Moos (*Cetraria islandica* Ach.) fehlt selten unter dieser Gesellschaft und geht in große Höhen (über 3454 m).[1])

Einige „Localflorulae" der Erdflechten aus den „Lichenologischen Ausflügen in Tirol" von Arnold mögen einen Begriff von der Vergesellschaftung geben:

Auf dem Glimmersand des vom zurückweichenden Schlattenkees-Gletscher in der hohen Tauern freigewordenen „Sandr" fand Arnold: *Stereocaulon alpinum* Laur., *Cetraria islandica* L., *Cornicularia aculeata* Schreb., *Cladonia pyxidata* L., *Cl. cervicornis* Ach., *Cl. furcata* Ach., und *stellata* Schr., *Cl. rangiferina* L. var. *sylvatica* und *Peltigera rufescens* Hoffm.

Auf dem Gipfel der Kreuzspitze bei Vent in Tirol fand Arnold bei 3454 m noch 35 Flechten, darunter folgende erdbewohnende: *Alectoria ochroleuca*, *A. nigrescens*, *Stereocaulon alpinum*, *Platysma fahlunense*.

Auf kalkreicher Unterlage am Blaser bei Innsbruck fanden sich: *Rhinodina turfacea* (Wbg.), Th. Fr., *Varicellaria rhodocarpa* (Krb.), Th. Fr., *Gyalecta foveolaris* Ach., *Thelopsis melathelia* Nyl., *Dermatocarpon Waltheri* (Kmplhbr.) A. Zahlbr. Ebenfalls auf Kalkunterlage auf den Dürrenstein bei Ampezzo bei 2838 m: *Cladonia pyxidata*, *Cl. rangiferina* L. var. *sylvatica*, *Cetraria islandica* L., *Platysma nivale* L., *Solorina saccata* L., *S. bispora* Nyl., *Physcia elegans* L., *Lecanora gypsacea* (Sm.) Hepp.

§§ 3. **Erdmoose.**

Auf den vom zurückweichenden Gletscher freigelegten Sanden, die der ungestüme Gletscherbach in ungeregeltem Laufe durchfurcht, sehen wir als Pioniere der Vegetation neben Blütenpflanzen in auffallender Regelmäßigkeit einige Moose auftreten. Pfeffer[2]) schildert in seinen trefflichen bryogeographischen Studien diese Pionierarbeit folgendermaßen: „*Webera*-Arten (*W. Ludwigii*,[3]) *cucullata*, zuweilen auch *nutans*), *Rhacomitrium canescens* var. *ericoides* kämpfen mit wunderbarer Zähigkeit auf dem unsichern Boden. Öfters werden diese zierlichen Gewächse von den eisigen Armen des Gletschers unterdrückt, und öfters noch vom Sand überschüttet, wenn der geschwellte Bach seine Bahnen verläßt; bald aber entsteigen neue Sprossen aus dem Sande, oder herbeigeflogene Keimorgane erzeugen neue Individuen; denn hier ist von der Natur auch für rasche Vermehrung gesorgt; gerade das häufigste Moos (*Webera Ludwigii*) produziert auf dem sandigen Boden eine Menge roter Bulbillen in den Blattachseln steriler Pflänzchen.

---

[1]) Weitere verbreitete Erdflechten der Alpen sind: *Icmadophila ericetorum* L., *Baeomyces roseus* Pers., *Cetraria ramulosa* (Hook.), Müll. Arg. Piz Lischanna 3060 m, die Laubflechten *Peltigera rufescens* Hoffm. und *Imbricaria omphalodes caesia* Nyl., die Krustenflechten *Varicellaria rhodocarpa* (Koerber) Th. Fr., *Lecidea decipiens* Ach., *Rhizocarpon Hookeri* (Borr.) Krbr. (kalkliebend).

[2]) W. Pfeffer, Bryogeographische Studien aus den rhätischen Alpen. — Denkschrift der schweiz. nat. Ges. Bd. XXIV, 1871.

[3]) Diese Art wurde auf den „Sandrn" des Schwarzensteingletschers in Tirol von Arnold massenhaft beobachtet, in ausgedehnten bis 3,6 m breiten Rasen. Auch die zierliche *Angstroemia longipes* ist ein diesem Substrat eigentümliches Moos (vergl. Pfeffer, Aus der Mooswelt der Alpen, Jahrbuch des schweiz. Alpenklubs Bd. IV, 1867.

„Aber nur dort, wo neue Versandung zu ständigem Ringen zwingt, hat die genannte Vegetation eine längere Dauer; wo Ruhe ihr beschieden schien, ist ihre Aufgabe im Haushalt der Natur bald vollbracht. Der mit wenig Humus gemengte Boden gewährt andern Pflanzen, welchen jene anspruchslosen Moose jetzt leicht im Kampf ums Dasein unterliegen, eine geeignete Stätte, und im Laufe der Jahre ist meist eine Grasdecke das Monument jener ersten Besiedler geworden, oder *Hypnen* des Sumpfes sind an deren Stelle getreten, wenn gleichzeitig eine größere Menge von Feuchtigkeit geboten wurde. Fortwährend schaffen vor dem pulsierenden Gletscher, oder am ungleich schmelzenden Firn die genannten Moose an der Danaidenarbeit der Besiedelung der Scholle, und ein ähnlicher Kampf wie jetzt mochte auch geführt werden, als die eisigen Arme zurückwichen, welche vor Jahrtausenden die tiefsten Täler der Alpen überdeckten."

Die kosmopolitische graue Zackenmütze (*Racomitrium canescens* Schmpr.) bewohnt die Sande von der Ebene bis vor die Gletscher, und ist geradezu charakteristisch für die „Sandr". Arnold beobachtete auf den Sanden des Waxegggletschers in Tirol folgende Besiedelung: 10 Schritte vor dem Eis traten als erste Spur der Vegetation vereinzelte, ca. 1 cm breite sterile Räschen von *Racomitrium canescens* auf, und ein Exemplar von *Chrysanthemum alpinum*. 20—30 Schritte vom Eis blühte *Oxyria*, *Arabis alpina*, *Cerastium alpinum*, *Saxifraga aspera* und fand sich *Webera Ludwigii* (steril). Etwa 100 Schritte vom Eis fand sich neben zahlreichen Blütenpflanzen und den ersten Flechten auch *Polytrichum piliferum*.

Die Goldhaarmoose (*Polytrichum alpinum*, *sexangulare*, *juniperinum* var. *nivale*) stellen sich sehr häufig nicht nur auf dem humusreichen Schneetälchenboden, sondern auch auf ganz humusfreien Gletschersanden ein. So fand Pfeffer vor dem Gletscher der Plattenschlucht im Kanaltal im Adulagebiet viele Quadratmeter überzogen von den dunkelgrünen Polstern des nordischen Goldhaarmooses (*Polytrichum septentrionale*).

Auch das bei der Schneetälchenvegetation besprochene Lebermoos *Anthelia Juratzkana* tritt oft auf den Gletschersanden auf.

Als weitere bezeichnende Erdmoose der alpinen Region wären nach Amann (freundl. schriftl. Mitteilung) noch zu nennen:

Dicranum Starkei Web. u. Moor (900—2500 m, kalkscheu), *D. falcatum* (1700—2500 m, kalkmeidend), *D. albicans* Bruch u. Schimper (1740—2900 m, kalkmeidend), *Andraea nivalis* Hooker, *Grimmia mollis* Bruch u. Schimper (2000—3200 m, kalkscheu, „in eisigen Schneequellen gedeiht zwischen Fels und Geröll *Grimmia mollis*, ganze Strecken bedeckend", Lorentz), *Conostomum boreale* Swartz (nordisch, Alpen, Karpathen, 1800—2800 m), *Dissodon Froelichianus* Hedwig (Hochalpenmoos, auch Skandinavien und Schottland, 1900—2900 m), *Timmia norvegica* Zetterstedt (kalkliebend, 700—2600 m), *Brachythecium glaciale* Bruch u. Schimper (kieselliebend, oft auf den Sandrn Massenvegetationen bildend, 1600—3130 m).

§§ 4. **Gefäßpflanzen** (Farne und Blütenpflanzen).

Die Art und Weise, wie die höhern Pflanzen den Felsschutt besiedeln, wie sie die verschiedenen Schuttformen auswählen und sich den eigenartigen Bedingungen besonders der beweglichen Schutthalden anpassen, soll uns hier als Grundlage für eine Gruppierung derselben dienen.

Ich möchte vorschlagen, nach der Wuchsform und der Reaktion gegen die „Verschüttungsgefahr“ folgende ökologische Gruppen der Erd-, Sand- und Schuttflora der alpinen Region zu unterscheiden, die freilich durch mannigfaltige Zwischenformen ineinander übergehen.

I. Schuttwanderer, mit verlängerten horizontalen wurzelnden Kriechtrieben den Schutt durchspinnend (Typus: *Trisetum distichophyllum*).

II. Schuttüberkriecher, mit schlaffen oberirdisch beblätterten, von einem Punkt entspringenden und nicht wurzelnden Stengeln sich über den Schutt legend (Typus: *Linaria alpina*).

III. Schuttstrecker, durch Verlängerung aufrechter Triebe und Blätter sich durcharbeitend (Typus: *Aronicum*).

IV. Schuttdecker, wurzelnde Rasendecken bildend (Typus: *Saxifraga oppositifolia*).

V. Schuttstauer, mit kräftigen Triebbündeln oder Polstern sich dem Schutt entgegenstemmend (Typus: *Papaver aurantiacum*).

§§§ 1. **Schuttwanderer.**

Sie senden vom Wurzelhals aus zahlreiche lange Triebe durch die Schuttdecke hinauf, welche da und dort sich ans Licht emporarbeiten, um Blätter und Blüten zu bilden. Wenn sie vom beweglichen Schutt zugedeckt werden, verlängern sie sich („vergeilen“) und dringen wieder zum Lichte durch. Wo sie mit erdigem Boden in Berührung kommen, bilden sie Wurzeln und können sich so vegetativ vermehren. So kann von einem Samen aus ein weitverzweigtes, den Schutt durchspinnendes Individuum entstehen, das durch passiven Widerstand, durch ein Sich-Ducken und nachheriges schlaues Durchkriechen den Angriffen seines ständig mit Verschüttung drohenden Standortes entgeht.

Zu dieser Gruppe gehören die ausgesprochensten und „schuttstetesten“, am engsten an den Schutt gebundenen Formen, wie sie namentlich die Schutthalden der Kalk- und Dolomitberge besiedeln; der kalkarme Schutt hat viel weniger Charakterformen.

§§§§ 1. Grasartige Schuttwanderer.

Das **zweizeilige Hafergras** (*Trisetum distichophyllum* [Villars] Palisot de Beauvais, Fig. 222) ist die bezeichnendste Pflanze des beweglichen Kalkschuttes, vom kleinen Grobgeröll bis herab zum Sandgeröll, an offenen Standorten und im Legföhrengebüsch. Die Pflanze durchzieht den Schutt mit langen dünnen Ausläufern, die am oberirdischen Ende in kurze, dicht zweizeilig beblätterte Triebe ausgehend, da und dort aus dem nackten Schutt hervorstechen; gräbt man nach, so findet man die Triebe von quadratmetergroßen Flächen durch

schnurartige Ausläufer zusammenhängend; die blütentragenden Halme sind niedrig, die Rispe bunt gescheckt.

Die Pflanze bewohnt die alpine und subalpine Region und steigt mit dem Geröll bis in die montane hinab; im Wallis geht sie von 1800—2924 m, in Glarus von 1650—2040 m, in den St. Galleralpen (fehlt Appenzell) bis 2450 m, im Puschlav von 1200—2670 m (Brockmann), in Bayern von 1300—2240 m, in Tirol von 820—2715 m.

Fig. 222.

Das zweizeilige Hafergras.
(*Trisetum distichophyllum* L.)

Ein Stock, mit allen seinen Ausläufern aus dem lockern Schieferschutt am Faulberg bei ca. 2100 m in der Hochwangkette oberhalb der Fürstenalp bei Chur ausgegraben. Die blühenden Halme rühren von anderen Stöcken her. (Orig.-Phot., auf 1/5 verkleinert.)

Sie ist nur in den Alpen zu Hause,[1] vom Mont Ventoux und den Seealpen bis Niederösterreich, Steiermark, Kärnten und Friaul.

Eine subalpin-montane nahe verwandte Art der Ost- und Südalpen, vom Tessin an bis nach Görz ist das stattlichere silberweiße Hafergras (*Trisetum argenteum* [Willd.] R. u. Sch.) von ganz analoger Ökologie.

---

[1]) Ascherron u. Graebner geben sie auch für die Pyrenäen und Karpathen an; Bubani u. Pax führen sie von diesen Gebirgen nicht an, wohl aber Nyman für die Fogarascher Alpen.

Habituell durch die scharf zweizeiligen sterilen Triebe und die langen Ausläufer sehr ähnlich ist das **Rispengras** vom **Mont Cenis** (*Poa cenisia* Allioni = *distichophylla* Gaudin), das das feuchte Kalkgerölle von der montanen bis in die Nivalregion bewohnt (Wallis 1800 bis 3200 m, St. Galler Alpen bis ca. 500 m herab, Bünden bis über 2600 m [Bernina, Braun], in Tirol von 690—2000 m (oft herabgeschwemmt). Es ist eine weitverbreitete Glazialpflanze (Alpen, Karpathen, Pyrenäen, Himalaya, Ural, Altai, Arktis, Island, Nordamerika).

Auch die ausläuferbildende *Festuca pulchella* (siehe oben S. 292) geht vom Wildheurasen oft auf feuchte Standorte und Geröll über. Für sonnige Geröllhalden auf Urgebirge ist im Puschlav (Brockmann) das **zarte Reitgras** (*Calamagrostis tenella* L.) charakteristisch, während es in Wallis, Tirol und anderwärts nach andern Beobachtern feuchte beschattete Stellen vorzieht (Wallis 1500—2470 m, Bünden 1050—2680 m, Bayern 1460—1890 m, Tirol 1300—2400 m). Es kommt außer in den ganzen Alpen nur noch im Jura, Appenin und Altai vor. Auf allen Unterlagen durchzieht das **bunte Reitgras** (*Calamagrostis varia* [Schrader] Host) das Geröll im Schatten des Waldes, der Alpenerlen und Legföhrengebüsche von der Ebene bis zur Waldgrenze: bis 2100 m im Wallis und 1600 m im Glarus und St. Gallen, in Tirol „in Gebüschen aller Art, von den immergrünen Eichen am Gardasee bis zu den Legföhren der Alpen, in lichten Wäldern, auf Heideboden zwischen Wacholder, auf überwachsenem Geröll, lehmigen Abhängen, Flußgeschieben und sonnigen Felshängen, besonders auf Kalk“, von 100—2200 m.[1] Auch die **gefiederte Zwenke** (*Brachypodium pinnatum* [L.] Pal., siehe oben S. 312) und besonders der äußerst besiedelungstüchtige Allerweltsbürger, das **Fioringras** (*Agrostis alba* L., s. oben S. 258) mischen sich oft unter die „Schuttwanderer“ bis zur Baumgrenze und wenig darüber.

Unter den Sauergräsern ist als Miniatur-Schuttwanderer die **Felsen-Segge** (*Carex rupestris* Bellardi, Fig. 223) zu nennen; mit kurzen steifen Ausläufern durchzieht sie den feineren trockenen Schutt und streckt ihre dicken Halme steif empor. Im Wallis fand sie Jaccard kieselhold, von 1600 bis 3100 m verbreitet, in Puschlav ist sie kalkhold, von 1950—2875 m, in Tirol kalkliebend, von 1850—2700 m. Sie ist in den Pyrenäen, Alpen, Sudeten, Karpathen, in Nordeuropa, der Arktis und dem Altai zu Hause.

Eine besondere Untergruppe der schuttbewohnenden Grasartigen, die zu den Sumpfwiesen überleitet, bilden die wandernden Besiedler der Sand- und Tonablagerungen am Ufer der Bäche und in Depressionen ihrer Kiesablagerungen. Hier durchpflügt *Carex incurva* (S. 336 oben) den Sand, ferner *Carex microglochin* (S. 333), *Carex frigida* (S. 337), *Trichophorum atrichum* (S. 342), *Heleocharis pauciflora* (S. 342), *Juncus triglumis* (S. 352), *Juncus alpinus* (S. 352), *Juncus arcticus* (S. 350), weiter landeinwärts mit zahlreichen Horstbildnern (*Carex bicolor*, S. 335, *Carex capillaris*, S. 335, *Trichophorum caespitosum*, S. 339, *Triglochin palustre* L.) vereint allmählich einen verlandenden und festigenden Sumpfrasen bildend.

Besonders bezeichnend als lückenhafter Besiedler, dem geschlossenen Rasen weichend, ist für solche Bestände eine blütenlose Pflanze, der montan-

---

[1] Dalla Torre und Sarnthein, Flora von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein Bd. VI S. 184.

subalpine, aus den Alpentälern bis 2500 m (Schlernplateau) aufsteigende **gescheckte Schachtelhalm** (*Equisetum variegatum* Allioni). Überall tauchen, schief aufstrebend, die dünnen Stengel auf, unter dem Sand halb zugeschüttet. Es ist ein weit verbreiteter Ubiquist von nordischem Charakter (Nord- und Mitteleuropa, Sibirien, Nordamerika).

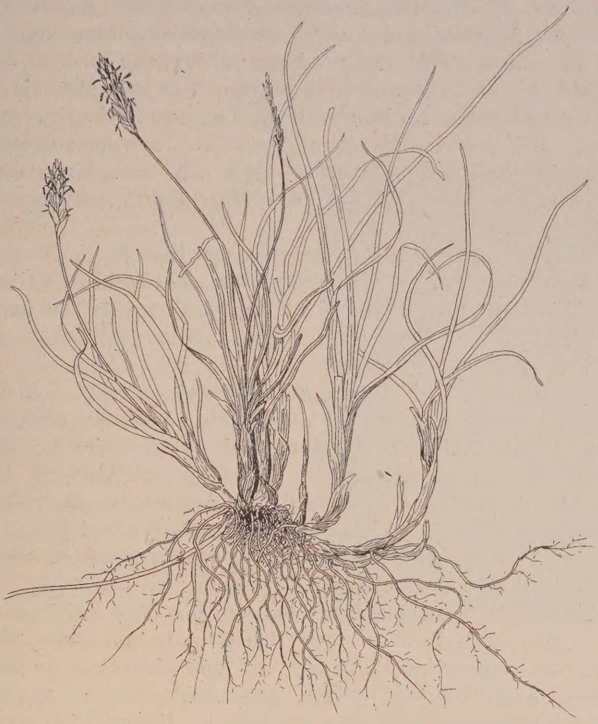


Fig. 223.

Die Felsensegge.
(*Carex rupestris* Bellardi, nat. Größe.)
Auf dem Gipfel des Cucal nair im Avers bei 2520 m, leg. F. v. Tavel.
(Nach der Natur von L. S.)

§§§§ 2. Dicotyle Schuttwanderer.

Unter den Dicotyledonen ist die schuttsteteste Wanderpflanze wohl das kalkliebende **rundblättrige Täschelkraut** (*Thlaspi rotundifolium* [L.] Gaudin, Taschenflora Taf. 22, 4). Von der persistierenden kräftigen und tief verankerten Pfahlwurzel aus gehen zahlreiche Triebe, die sich durch den Schutt winden. Sie sind locker besetzt mit rundlichen

glänzenden Blättern von scharfem kressenartigem Geschmack, ein Lieblingsgericht der Gemsen und der Gemsjäger; die Blüten zeigen dasselbe blaue Lila wie das Wiesenschaumkraut der Ebene. Sie scheinen in zwei biologischen Rassen ausgebildet zu sein: Schulz fand sie auf Dolomitgeröll in Tirol mit gleichhoch liegenden und gleichzeitig entwickelten Staubbeuteln und Narben, die Selbstbestäubung durch Wegdrehen der langen Staubbeutel verhindert; Günthart fand sie dagegen im Garten von O. Froebel-Zürich protogyn mit weit über die Staubbeutel hinausragenden Narben; auch die Lage der Nektarien war verschieden. Bei der ebensträußigen Abart (var. *corymbosum* Gay) auf kalkarmem Gestein der penninischen Alpen tritt nach Kirchner eine dritte blütenbiologische Variante mit Möglichkeit spontaner Selbstbestäubung auf.

Die Pflanze geht von der subalpinen bis hoch in die Nivalregion: Wallis 1400—3000 m, die var. *corymbosum* auf Urgebirge bis 3300 m, Glarus bis 2850 m, in St. Gallen und Appenzell von 1600 m an, selten schon bei 1450 m, in Bayern von 1300—2700 m. Sie ist nur in den Alpen und Karpathen zu Hause.

Das **langspornige Veilchen** (*Viola calcarata* L., siehe oben S. 479) durchzieht mit seinen Ausläufern häufig auch das Geröll; völlig schuttstet aber ist das **Veilchen vom Mont Cenis** (*Viola cenisia* L., Taschenflora Taf. 23, 4, mit ungekerbten Blättchen und kleineren helleren Blüten als *V. calcarata.*[1]) Sie folgt von Westen her der nördlichen Kalkalpenzone bis zur östlichen Schweizergrenze (Wallis 1900—2900 m, Glarus bis 2100 m, am Pilatus häufig in den Geröllhalden unter dem Hotel Bellevue, fehlt in St. Gallen, Appenzell und Bayern).

Der gesamte Formenschwarm, der sich um *Viola cenisia* gruppiert, erstreckt sich nach Becker[2]) von den Kanarischen Inseln bis zum Taurus, dem armenischen (?) Olymp und dem Kaukasus; er besiedelt in diesem Areal nur die Gebirge, und manche der 15 Sippen sind auf eine oder wenige Lokalitäten beschränkt. Unsere *Viola cenisia* L. im engern Sinn bewohnt die Seealpen, Cottischen, Dauphinéischen, Grajischen, Savoyer, Berner, Vierwaldstätter und Glarner Alpen, nur auf Kalksubstrat. Ihr schließen sich geographisch zunächst an: die kieselstete *Viola valderia* Allioni der Seealpen, und die *Viola comollia* Massara der Bergamaskeralpen; die Ostalpen besitzen keine hierhergehörige Form. Nach der Ansicht Beckers erfolgte die Ausgliederung dieser z. T. sehr isolierten Sippen schon vor der Eiszeit, es sind also alte Formen.

[1]) Sie sind noch nicht auf ihre Bestäubungsverhältnisse untersucht.

[2]) W. Becker, Die systematische Behandlung der *Viola cenisia* (im weitesten Sinne genommen) auf Grundlage ihrer mutmaßlichen Phylogenie. — Beihefte z. bot. Centralblatt Bd. XX Abt. IIa.

In ausgebreiteten lockern Rasen liegt die eigenartige **Glockenblume vom Mont Cenis** (*Campanula cenisia* L., Taschenflora Taf. 11, 4) auf dem Feingeröll, das sie mit fädlichen schlaffen Strängen durchsetzt. Die hellblauen Blüten stehen auf kurzen Stielen einzeln und aufrecht, und haben ganz ähnlichen Honigschutz wie Scheuchzers Glockenblume (siehe Fig. 179). Selbstbestäubung ist ausgeschlossen; die kleinen Samen werden durch den Wind verbreitet. Sie bewohnt die alpine und nivale Region (Wallis 2100—3000 m, Glarus 2460—2750 m, St. Galler Oberland 2200—2700 m, Bünden bis 3090 m (Pischa im Heutal, Caviezl).

Die Pflanze ist eine ausgesprochen westalpine Form, ein endemisches Produkt der Alpen, das von der Dauphiné bis zur Etschlinie (Tirol) vorwiegend die zentralen Ketten bewohnt, mit Vorliebe für kalkreiches Substrat.

Fig. 224.
Campanula excisa Schleicher in der Spalte eines Gneisblockes auf Stafelalp beim Aufstieg zur Furca di Bosco im Formazzatal, bei 1650 m am Westhang (Aufn. v. C. Schr.).

Die montan-subalpine rasenscheue **löffelkrautblättrige Glockenblume** (*Campanula cochleariifolia* Lamarck = *C. pusilla* Hänke, Taschenflora Taf. 11, 5) steigt auf alpinem Feingeröll aller Gesteinsarten bis 3000 m (Gornergrat). Vom Ende der dicken Pfahlwurzel gehen zahlreiche lange, dünne Ausläufer aus, die bei den extremsten Schuttformen je in ein einzelnes blühendes Pflänzchen endigen: so z. B. auf dem Gipsgeröll von le Gessi im Berninagebiet. In ruhendem Schutt bildet sie dichtgedrängte Rasen mit vielen nichtblühenden Trieben mit rundlichen Grundblättern. Auch auf Felsen ist sie häufig. Mit dem Flußkies geht sie bis in die Ebene herab (300 m Tessin). Sie gehört den zentraleuropäischen Gebirgen von den Pyrenäen und der Auvergne bis zu den Ostalpen und Karpathen an; in der Blüteneinrichtung stimmt sie vollkommen mit *C. Scheuchzeri* überein (siehe oben Fig. 179 S. 397).

Die zierlichste und eigenartigste Variante des Glockenblumenmodells bietet uns die seltene ausgeschnittene Glockenblume [1]) (*Campanula*

[1]) Das folgende im wesentlichen nach einem mir von Dr. A. Binz in Basel, der sich eingehend mit dieser Pflanze befaßt hat, gütigst zur Verfügung gestellten Manuskript.

excisa Schleicher), anno 1789 von SCHLEICHER im Wallis entdeckt. Sie ist von allen Verwandten durch den wunderbar graziösen Schnitt der Krone ausgezeichnet (Fig. 224); die Kronzipfel sind durch halbrunde, wie mit der Scheere ausgeschnittene Buchten getrennt. Sie kriecht mit fadendünnen bleichen Ausläufern weithin durch kalkarmen ruhenden Grob- und Feinschutt; die niedern Stengelchen, dem weitverzweigten Netz der an der Spitze weiter wachsenden Grundachsen in großer Zahl seitlich entspringend, tragen eine bis mehrere nickende Glöckchen von ätherischem Blaßblau. Die Bestäubungseinrichtungen sind dieselben wie bei *Campanula Scheuchzeri*: auch hier ist schließliche Selbstbestäubung durch Zurückrollen der Narbenäste möglich. Die nickenden Kapseln, am Stiel mit Löchern sich öffnend, bergen zahlreiche kleine flugfähige Samen (0,5 mm lang, 0,25 mm breit).

„Das Verbreitungsgebiet der Pflanze ist ein relativ eng begrenztes und sozusagen geschlossenes. Das Hauptareal liegt im östlichen Teil der penninischen Alpen und zwar sowohl auf deren Nordseite als auch auf der Südostseite. Nach Westen ist es scharf abgegrenzt durch die Gratlinie vom Monta Rosa über die Mischabelgruppen,[1]) während das Gebiet nach Norden und Osten in Ausdehnung begriffen ist. Der tiefe Einschnitt des Rhonetals im Norden war kein Hindernis für die Ausbreitung der Pflanze nach dieser Richtung (Bietsch-, Baltschieder- und Gredetschtal, Belalp). Diese Funde sind erst in neuerer Zeit gemacht worden und bestätigen die von CHRIST[2]) ausgesprochene Ansicht, daß die Pflanze zu denjenigen gehöre, welche im Begriffe sind, ihr Areal auszudehnen. Im Osten strahlt die Pflanze in die Tessineralpen aus, beiderseits der vom Monte Basodino nach Süden verlaufenden Kammlinie; außerdem wird die Pflanze angegeben bei Bormio, im Val Brembana (Bergamasker Alpen) und in den cadorischen Alpen" (BINZ).

Mit halbverholzten kräftigen Trieben breitet sich der **niederliegende Baldrian** (*Valeriana supina* L., Taschenflora Taf. 23, 9 und Fig. 225) auf dem Feingeröll kalkreicher Gesteine aus, lockere Polster bildend, oder er arbeitet sich durch dasselbe, am Ende der Triebe Rosetten spateliger Blätter breitend. Die violetten Blütentrauben hauchen einen starken Duft aus; die Früchte sind von einem fedrigen Pappus gekrönt. Es ist eine rein ostalpine endemische Alpenform, die in der Schweiz ihre

---

[1]) Im Süden des Monterosa massifs geht allerdings die Pflanze noch weiter nach Westen (Greissoney, Val di Lanzo).

[2]) Demgegenüber spricht PAMPANINI l. c. die Vermutung aus, das jetzige Areal der *C. excisa* sei ein Reliktareal, gestützt auf die zerstreuten Vorkommnisse in den östlichen Alpen. Doch sind nach neuern Nachforschungen dieses Autors diese Angaben sehr zweifelhaft. Er schreibt mir auf meine Anfrage freundlichst: „Ich bin zum Schlusse gekommen, daß kein neuerer und absolut sicher gestellter Fund die Anwesenheit von *C. excisa* in den östlichen Alpen zu behaupten gestattet."

Westgrenze erreicht (im östlichen Bünden: Scesaplana, Münstertal, Val Muschems, Scarltal, Schiahorn bei Davos, Schafrücken bei Arosa, bis 2800 m steigend; in Bayern von 2200—2660 m).[1]

Das Grobgeröll des Kalkes im Bergwald, in Legföhrenbeständen, aber auch an sonnenoffenen Stellen wenig oberhalb der Baum- und Strauchgrenze besiedelt der **Bergbaldrian** (*Valeriana montana* L.); er ist gynodioecisch, d. h. die einen Stöcke besitzen Zwitterblüten, die andern weibliche, die erstern sind größer, ausgeprägt proterandrisch; beide honigreich und von Insekten überreich besucht. Er geht im Wallis von

Fig. 225.
Der niederliegende Baldrian.
(*Valeriana supina* L.)
In den Kalkschutthalden am Sassalbo im Puschlav bei 2500 m.
(Nach einer Aufnahme von Dr. H. Brockmann.)

700—2300 m, in Glarus von 700—1500 m, in St. Gallen und Appenzell ca. 600—2000 m, in Bünden bis 2400 m, in Bayern von 650 bis 2110 m.

[1]) Pampanini l. c. sagt von ihr: „Eine kalkliebende Art, welche die typische Verbreitung der kalkbewohnenden Arten der Ostalpen zeigt: Im allgemeinen folgt sie der südlichen Kalkalpenzone von den Karawanken bis zu den cadorischen Alpen, isolierte Vorposten nach Kärnten und Tirol vorstoßend, wo kalkreicher Boden ansteht. Sie tritt wieder auf im Massiv des Stelvio und geht bis in die rhätischen Alpen; von dort folgt sie in weiten Sprüngen der nördlichen Kalkalpenzone bis nach Ramsau in Steiermark.“

Eine ganze Gruppe von Schafgarben (*Achillea*, Untergattung *Ptarmica*) bewohnt in lockern Rasen mit verlängerten, halb kriechenden Trieben den Grobschutt und des Grobgeröll, auch Kies, Sand und Schlamm, seltener den Rasen. Es sind vor allem zwei nach dem Substrat vikarisierende Arten, die eine, die **schwärzliche Schafgarbe** (*Achillea atrata* L.), auf Kalk, die andere, die **duftende Schafgarbe** oder die Iva (*A. moschata* Wulfen), auf Urgebirge.

Diese beiden vikarisierenden Arten haben durch die von Nägeli an sie geknüpften Erörterungen über den Einfluß des Wettbewerbs auf die Bodenstetigkeit eine gewisse Berühmtheit erlangt. Nägeli[1]) konstatiert, daß beide auf beiden Bodenarten, Kalk und Urgebirge, angetroffen werden; aber nur dort sind sie „bodenvag“, wo die Konkurrenz ausgeschlossen ist: sobald beide Arten nebeneinander vorkommen, schlägt die kalkliebende *A. atrata* auf dem Kalk die andere aus dem Feld, und umgekehrt auf Urgebirge. Da beide offenbar sehr ähnliche Ansprüche stellen, ist ihre Konkurrenz sehr heftig und muß darum der Vorteil auf dem zusagenden Gestein rasch ausgenützt werden.

Nägeli zitiert speziell ein Beispiel aus dem Heutal am Bernina, wo im allgemeinen die beiden Arten scharf geschieden sind, *A. atrata* auf Kalk, *moschata* auf kalkarmem Schiefer. Auf einer mit *moschata* bevölkerten Schieferhalde traf N. einen herabgerollten Kalkblock; auf diesem hatte sich, weil hier die Konkurrenz der *atrata* fehlte, *A. moschata* angesiedelt „auf kaum zolldicker Krume“.

Man ist freilich neuerdings gegenüber solchen „heterotopischen Kolonien“ etwas skeptischer geworden, durch die sorgfältigen Untersuchungen besonders französischer Botaniker (Magnin, Gillot, Vallot u. a.). Das abnorme Vorkommen kann scheinbar sein. Auf einem Kalkfels kann eine kalkfreie Humusschicht lagern (vielleicht war das beim Nägelischen Beispiel der Fall!), oder es kann die Kalkunterlage durch Überdeckung mit kalkarmem Erraticum ausgeschaltet sein, oder der Kalk kann ausgelaugt sein, oder umgekehrt, es kann auf kalkarmem Gestein durch von oben kommendes kalkhaltiges Wasser eine Kalkflora möglich gemacht werden.[2]) Auch die gewöhnliche Untersuchung auf Kalkgehalt mittels Salzsäure ist ungenügend, denn neben dem kohlensauren Kalk kommen auch andere Kalksalze in Betracht, oder es können Kalkgesteinsbrocken in kalkfreier Feinerde doch genügend Kalk liefern (Liechti, Stebler).

Prof. Wilczek-Lausanne, der sich seit längerer Zeit speziell mit *Achillea* beschäftigt, teilt mir freundl. mit, daß er in den Westalpen keinen Standort der *A. moschata* auf Kalk kennt. Wo beide Arten zusammentreffen, sind auch beiderlei Gesteinsarten vorhanden. Und ebensowenig ist ihm ein Fall bekannt, wo *A. atrata* auf kalkarmem Gestein vorkommt. In den Waadtländeralpen, denen *A. moschata* fehlt, kommt trotzdem *A. atrata* auf Flysch und auf den Silikatgesteinen der Klippenregion nicht vor.

W. hält also die beiden Arten für bodenstet, ebenso Brockmann für das Puschlav (l. c.) und meine eigenen Beobachtungen stimmen damit überein.

Jaccard hat im Wallis *atrata* weniger exklusiv gefunden als *moschata*; ebenso konstatiert Vogler, daß für *atrata* eine Anzahl von Beobachtungen auf Urgestein vorliegen (Finsteraarhorn, Riffel, auf Hornblendeschiefer, Gotthard

---

[1]) Über die Bedingungen des Vorkommens von Arten und Varietäten innerhalb ihres Verbreitungsbezirkes: Botanische Mitteilungen von C. Nägeli, Bd. II S. 159. München 1866.

[2]) Sehr schöne derartige Beispiele hat neuerdings Brockmann in Puschlav beobachtet (l. c. S. 12, 13, 176, 177).

und Grimsel) und Nägeli hält beide ohne Konkurrenz für nicht exklusiv. Ob wirklich die Arten in verschiedenen Gegenden sich verschieden verhalten, oder ob die „heterotopischen Kolonien“ sich anders erklären lassen, müssen erneute Untersuchungen lehren.

Der Wuchs ist bei allen diesen schuttliebenden *Achilleen* derselbe:[1]) der verästelte Wurzelstock entwickelt unterirdische Zweige, die durch den Schutt empordringen und dort überwinternde „sterile Blattbüschel“ erzeugen. Im nächsten Jahr oder später entwickeln dieselben aus ihrer Gipfelknospe den Blütentrieb, um im Herbst nach dem Fruchten abzusterben.

Fig. 226.

Schuttbewohnende Schafgarben der Alpen (*Achillea*).
Blätter in nat. Größe.
1. *Achillea oxyloba* (DC.) Heimerl, Ostalpen. 2. *A. nana* L., Albula 2300 m. 3. *A. atrata* L. var. *genuina* Heimerl. 4. *A. atrata* L. var. *Clusiana* Tausch (n. Reichenbach). 5. *A. moschata* Wulfen var. *stenorrhachis* Heimerl, Alpe Recca im Greissoney-Tal 2100 m. 6. *A. moschata* Wulfen var. *platyrrhachis* Heimerl, Dondena im Champorcher-Tal 2000 m. 7 u. 8. *A. Haussknechtiana* Ascherson, Val Ponton 2300 m und Valle di St. Marcel 2400 m. 9 u. 10. *A. Morisiana* Rchb. fil., Valle di St. Marcel 2100 m und am Aufstieg zum Gran Paradiso 2500 m. 11. *A. herba-rota* Allioni var. *ambigua* Heimerl, ebenda. 12. *A. herba-rota* Allioni var. *typica*, Seealpen, Ormea 1771 m. 13. *A. Clavenae* L.
(1—3 nach Natur, 5—12 nach Vaccari, 4 u. 13 nach Reichenbach von L. S.)

Die kalkliebende **schwarze Schafgarbe** (Taschenflora Taf. 14 Fig. 5 u. Textfig. 226, 3 u. 4) hat zweifach fiederschnittige Blätter ohne drüsige Punkte und kein Aroma (man reibe die Blätter zwischen den Fingern!).

Über ihre Bestockung schreibt mir Wilczek: „Die Grundachse ist verzweigt, kurzkriechend und erzeugt genäherte Innovations- oder Blütentriebe.

---

[1]) Vergl. Heimerl, Die Arten, Unterarten, Varietäten und Hybriden der Sektion *Ptarmica* der Gattung *Achillea*. — Denkschriften der k. Akad. der Wissenschaft in Wien, Math.-nat. Klasse, Bd. 48. Wien 1884.

Die sterilen Triebe sind an blühenden Exemplaren klein und wenig zahlreich, so daß die Blütentriebe weit überwiegen. Im dritten Jahr kommen alle Sprossen zur Blüte und es entstehen neue Innovationen an der ausgesprochen unterirdischen Grundachse. Die Pflanze wird kaum älter als 6 Jahre und muß dann durch Samen erneuert werden."

Sie liebt etwas feuchten Schutt und Fels, und steigt sehr hoch: Wallis 1700—4000 m, Glarus 1280—2500 m, St. Gallen und Appenzell 1600—2400 m, Bünden von 1650 m (Val Blegno, STEIGER) bis über 3000 m (Ofengebiet, BRUNIES).

Sie ist in zwei vikarisierenden, durch zahlreiche Übergänge verbundenen Unterarten ausgeprägt: der echten (var. *genuina* Heimerl, Fig. 226, 3) mit breitern, weniger geteilten Zipfeln, von den Savoyer und Piemonteser Alpen durch die ganzen Schweizer und Österreichischen Alpen bis Kärnten und Krain, auch Illyrien, und der feinblättrigen (var. *Clusiana* Tausch Fig. 226, 4) in Ober- und Niederösterreich, den nordsteirischen Kalkalpen und Siebenbürgen (vielfach neben dem Typus!).

Die kalkscheue, silicicole **Ivapflanze** (*Achillea moschata* Wulfen, Taschenflora Taf. 14 Fig. 4 und Textfig. 226, 5 u. 6) hat einfach fiederschnittige, drüsig punktierte Blätter[1]) und ein starkes kräftiges Aroma.

Über die Bestockung schreibt mir WILCZEK: „*A. moschata, herba-rota* und *nana* haben ganz ähnlichen Wuchs. Die Grundachse kriecht weiter und verzweigt sich dicht an der Erdoberfläche, so daß ein rasiger Wuchs zustande kommt. An blühenden Pflanzen sind die Innovationen zahlreicher und kräftiger als bei *A. atrata*. Auch werden die einzelnen Stöcke wahrscheinlich älter als bei *atrata*. Alle drei sind schwer zu kultivieren, während *atrata* gut wächst und sich reichlich versamt.

A. moschata liebt trockene sonnige Standorte: kurzrasige, steinige Stellen, Felsblöcke, Moränen, etwas humöse Sandanflüge sagen ihr (wie auch *herba-rota* und *nana*) am besten zu."

Ihre Höhenverbreitung ist ähnlich wie bei *atrata*: Wallis 1500 bis 3400 m (bei Gondo bis 860 m herabsteigend), Glarus 1920—2500 m, in Tirol geht sie bis 2600 m. Ihre Gesamtverbreitung erstreckt sich über die Alpenkette vom Montblancmassiv bis Steiermark, doch bevorzugt sie die zentralen Ketten.

In den südlichen Westalpen wird sie vertreten durch die **keilblättrige Schafgarbe** (*Achillea herba-rota* Allioni, Fig. 226, 11 u. 12).[2]) Sie bewohnt die Seealpen, cottischen und grajischen Alpen, wo sie ihre Nordgrenze erreicht (Mt. Iseran); sie überschreitet die Dora Baltea nicht, fehlt also in den penninischen Alpen; östlich reicht sie bis in die Alpen

[1]) Es liegt, wie bei vielen Lippenblütlern, eine sitzende Drüse im Grunde eines Grübchens.

[2]) Über das Verhältnis der *A. herba-rota* zu *moschata* und die zahlreichen Zwischenformen haben WILCZEK und VACCARI eingehende Studien gemacht (vergl. VACCARI, L. Bolletino della società bot. ital., 7. August 1903). WILCZEK hat mir sein reiches Material freundlichst zur Verfügung gestellt.

von Ivrea (Valchiusella). *Achillea moschata* beginnt erst im Montblancgebiet (WILCZEK).

Zwischen *A. herba-rota* und *moschata* tritt im Grenzgebiet eine gleitende Reihe von Zwischenformen auf, deren Auffassung strittig ist. „*A. herba-rota* ist nur im Süden ihres Gebietes typisch ausgebildet. Je mehr man sich der Nordgrenze ihres Areals (und damit dem Gebiet der *A. moschata*) nähert, desto mehr nähert sich die Pflanze habituell der *A. moschata*" (WILCZEK).

Die Serie der Übergänge ist in Fig. 226, 7—11) abgebildet. HEIMERL u. ASCHERSON fassen die als *A. Haussknechtiana* beschriebenen, sparsam auftretenden Formen als Bastarde zwischen *A. herba-rota* var. *Morisiana* und *A. moschata*, die andern als nicht hybride Mittelformen auf, während VACCARI und WILCZEK die Bastardnatur der *Haussknechtiana* bezweifeln, da echte *moschata* in jenem Gebiet nach ihren Beobachtungen fehlt (ebenso BEYER).[1])

Eine kalkliebende Schutt- und Felspflanze ist **Clavennas Schafgarbe** (*Achillea Clavennae* L., Fig. 226, 13), einerseits in den nördlichen und südlichen Kalkketten vom Monte Generoso an weit verbreitet (mit einem isolierten westlichen Vorposten bei Courmayeur!), anderseits im Balkan und in Siebenbürgen. HEIMERL und BECK betrachten die Alpen als ihren Ausgangspunkt, PAMPANINI den Balkan.

Die **Zwergschafgarbe** (*Achillea nana* L., Fig. 226, 2), durch dicht wollig-filzige Behaarung und eigenartigen Bocksgeruch ausgezeichnet, bewohnt beweglichen und ruhenden Grob- und Feinschutt, sowie Felsspalten kalkarmer[2]) Gesteine vom Mont Cenis bis zum Ortler.

Auf ebenen Grusfeldern bildet sie ausgedehnte ebene Rasen aus lockern Trieben. Sie ist endemisch-alpin, ausschließlich alpin-nival und bevorzugt die zentralen Ketten: Wallis 1700—3100 m, Glarus 2240 bis 2275 m, Bünden 1960—3185 m, St. Galler Oberland 2400—2500 m, Tirol bis 2600 m.

Aus einer andern Untergruppe als die bisher genannten Schafgarben stammt die **spitzzipflige** (*Achillea oxyloba* DC., Fig. 226, 1), mit meist nur einem großen Blütenköpfchen; sie bewohnt den Felsschutt in den Tiroler, Salzburger, Steiermärker, Kärtner und venetianischen Alpen und im Banat.

Die gesamten, oben besprochenen schuttbewohnenden *Achilleen* fehlen dem hohen Norden und sind mitteleuropäisch-alpinen Ursprungs, mit Schwerpunkt in den Alpen selbst.

---

[1]) Das reiche Herbarmaterial, das mir Prof. WILCZEK freundlichst zur Verfügung stellte, zeigt eine so absolut gleitende Reihe von Zwischenformen zwischen *herba-rota* und *moschata*, daß es willkürlich erscheint, hier besondere Formen als Bastarde von den andern zu unterscheiden. Doch kann nur eine umfassende Untersuchung des Pollens und der Fruchtbarkeit eine definitive Entscheidung bringen.

[2]) Nur KILLIAS (Flora von Unterengadin) gibt auffallenderweise an: „gerne auf Kalk", am Piz Minschun, Piz Lischanna, Alpen von Scarl, Piz Lat. Wie das aufzufassen ist, bleibt noch zu untersuchen.

Den *Achilleen* reiht sich im ökologischen Verhalten das **Stabwurz-Kreuzkraut** (*Senecio abrotanifolius* L., Taschenflora Tafel 12, Fig. 8) eng an. Die krichende Grundachse ist ästig und sendet zahlreiche, isolierte, unterwärts halbstrauchige Stengel durch den Schutt herauf, die mit feinzerteilten Blättern besetzt sind. Die großen orangegelben Blütenköpfe sitzen zu 1—6 am Ende des Stengels.

Die Pflanze gehört vorwiegend der subalpinen Region an, begleitet gern die Lärche und berührt kaum die Nivalregion (Bünden 1600—2600 m). In ihrem Verhältnis zur geologischen Unterlage zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen dem östlichen und dem schweizerischen Areal: in den Ostalpen ist die Pflanze ausgesprochen kalkliebend und begleitet die beiden peripheren Kalkketten; in der Schweiz finden wir sie zwar auch auf Kalk der Nordkette (Appenzell) und Südkette (Puschlav) aber in Bünden ist sie vorwiegend Kieselpflanze (im Adulagebiet nach Steiger, im kalkreichen Ofengebiet nach Brunies nur auf Silikatgestein, in Val Bevers auf Granit). Ob es sich hier vielleicht um zwei vikarisierende Rassen handelt? eine weiter zu verfolgende Frage!

In ihrer Allgemeinverbreitung gehört die schöne Pflanze den Zentral- und Ostalpen, und den illyrischen und mazedonischen Gebirgen an, also mit deutlichem Schwergewicht in Österreich. Ihr Gebiet wird von zwei vikarisierenden kieselliebenden Parallelarten flankiert: im Westen (Spanien, Pyrenäen, Südfrankreich, Cevennen, Jura) ist es *S. adonidifolius* Loiseleur, im Osten ist es *S. carpathicus* Herbich, nach Pax ein „dacisches Element", den Gebirgslandschaften des nördlichen Balkans angehörig und von dort die gesamten Karpathen und Illyrien besiedelnd. Es liegt nahe, die Chodatsche Vermutung für die *Senecio incanus*-Gruppe auch hier auszusprechen, daß eine präglaziale südliche Stammform in das Gebirge eingewandert sei und sich hier in die vikarisierenden Formen gespalten habe.

Von vorwiegend subalpinen Schuttwanderern mögen noch genannt sein:

Das **grasnelkenblättrige Habichtskraut** (*Hieracium staticifolium* Villars) ist ein häufiger bodenvager Bewohner der sandigen, feinen bis groben feuchten Kiesalluvionen der Alpenflüsse bis weit ins Vorland hinaus; es gehört den Alpen von der Dauphiné bis zum Wiener Schneeberg an und strahlt auf den Jura, Württemberg und Norditalien aus. In Wallis geht es von 300—2500 m.

Der **schildblättrige Ampfer** (*Rumex scutatus* L.) kriecht mit schlaffen Stengeln durch Grobschutt und Grobgeröll, von der sonnendurchglühten Felsenheide des Wallis und den warmen Kalkschutthalden des Jura, den Kiesablagerungen des deutschen Rheintals, dem Bergwald der schwäbischen Alp und den Geröllstellen der Auenwälder bis hinauf zu den Moränen und Schutthalden des Hochgebirges (Wallis 2750 m, Bünden 2400 m), immerhin mit Schwerpunkt in der montanen und subalpinen Region. Im trockenen Wallis bevorzugt er das feuchtere Urgestein, anderwärts zieht er den Kalk vor; oft (besonders auf Kalk) sind seine Blätter mit bläulichem Wachsüberzug bedeckt (var. *glaucus* Jacquin). Seine Gesamtverbreitung ist mittel- und südeuropäisch.

Eine besondere Stellung gegenüber den bisher betrachteten unterirdischen Schuttwanderern nimmt als oberirdische Schuttwanderpflanze von rein hochalpiner Natur die **kriechende Nelkwurz** (*Sieversia reptans* [L.] Sprengel, Taschenflora Taf. 22, Fig. 10), die ähnliche Standorte bewohnt wie der Gletscherhahnenfuß, vielleicht etwas mehr Trockenheit erträgt und neben Ruhschutt auch Fels und beweglichen Schutt bewohnt, besonders auf kalkarmem Substrat, aber auch auf Kalk und Dolomit. Sie

findet sich im Wallis von 2000—3400 m, im Glarus von 2080—2360 m, im St. Galler Oberland von 2000—2800 m, besonders auf Flysch und Verrucano, in Bünden nach HEER von 1950 m (Canalalp) bis 3250 m (Cambrena); in den Zentralkarpathen steigt sie freilich bis 1500 m herab.

Die riesigen Blütensonnen (bis 35 mm Durchmesser) überraschen den Wanderer auf den sterilen Geröllhalden, nicht minder die großen, fein zerteilten Blätter und bis meterlangen erdbeerartigen Ausläufer, die an ihren Enden festwurzelnde Tochterpflanzen hervorbringen. Noch bei 2800 m am Piz Humor (Roseggletscher) fanden wir Exemplare mit über 100 Fruchtständen. Die reichlich erzeugten Früchte bilden mit ihren federhaarigen Griffeln eine zierlich gedrehte Fruchtperrücke von rötlichem seidigem Schimmer; sie sind bis ca. 70 $^0/_0$ keimfähig (so auf dem Cambrena-Gletscherboden bei 2300 m). Die Pflanze ist eine Bewohnerin der Alpen, von den Seealpen bis Kärnten und den Karpathen; von ASCHERSON und GRAEBNER wird sie auch in Mazedonien angegeben. Die Gattung enthält außer den zwei alpinen Arten (*S. montana* und *reptans*) in Europa noch eine italienische Art (*S. micropetala*), zwei andere in der Arktis von Asien und Nordamerika und eine sechste in Tasmanien.

§§§ 2. **Schuttüberkriecher.**

Mit schlaffen, lose beblätterten und streckungsfähigen oberirdischen Trieben, die von einem Punkte ausgehen, liegen die Pflanzen dieser Gruppe auf dem Schutt oder arbeiten sich durch ihn hindurch, einen Übergang zu den Schuttstreckern bildend.

Am Übergang von den Wanderern steht die kalkliebende, weit verbreitete, arktisch-alpine **Alpen-Gänsekresse** (*Arabis alpina* L.), mit bogig aufsteigenden, beblätterten Ausläufern, graulich behaarten Blättern, schneeweißen homogamen Blüten, die zuletzt sich selbst bestäuben können, und langen Schoten, deren Samen schwachgeflügelt sind; sie ist von der subalpinen bis in die nivale Region verbreitet (1000—3200 m in Wallis, 3000 m Bünden, 2620 m Bayern), steigt aber mit dem Flußkies weit in die Ebene herab.

In blütenumsäumten lockern Polster liegt das **Alpen-Leinkraut** (*Linaria alpina* L., Taschenflora Taf. 10 Fig. 1) auf dem nackten Schutt aller Gesteinsarten, eines jener Farbenwunder des Hochgebirges, die immer wieder von neuem das Entzücken des Alpenwanderers bilden. Die biegsamen Stengel, im Grobschutt sich durchdrängend, auf dem Feinschutt der Erde aufliegend, wenden sich am Ende graziös nach oben und tragen dort eine Traube der blauen Blüten, die im eleganten Schwung des Honigsporns, und im blendenden Farbenkontrast des orangegelben Saftmals ihresgleichen sucht. Der wohlgeschützte Honig ist nur kräftigen Bienen und Hummeln zugänglich, die imstande sind, das „Löwen-

maul“ durch Herabdrücken der Unterlippe zu öffnen. Der Hauptbestäuber ist denn auch die Erdhummel (*Bombus terrestris*), deren Rüssel genau so lang ist wie der Sporn (8—9 mm). Selbstbestäubung findet trotzdem regelmäßig statt.[1]) Die geflügelten Samen werden durch den Wind verbreitet.

Die Pflanze ist eine typische Felsschuttpflanze, die weder Rasen noch Fels besiedelt, hat aber ein weitgehendes Anpassungsvermögen an Höhendifferenzen. Ihre eigentliche Heimat ist die alpine und nivale Region (Wallis 1500—3400 m, Glarus bis 2500 m, St. Gallen und Appenzell bis 2500 m, Bünden bis 3187 m, Bayern 1790—2750 m), anderseits steigt sie mit dem Kies der Alpenströme weit in die Ebene hinab (Wallis 380 m, auf dem Linthdelta am Walensee bis 424 m, mit dem Rhein bis zum Bodensee 396 m, in Südbayern mit dem Lech bis Augsburg, mit der Isar bis Landshut, 400 m, mit der Iller bis Ulm). Auf dem Uto bei Zürich hat sie einen Glazialrelikt-Standort. In Gärten der Ebene sät sie sich selbst aus.

Die Abart ohne Gaumenfleck (var. *unicolor* Gremli) tritt nicht ausschließlich auf Urgebirge auf; rein gelbblühend ist sie selten (var. *flava* Gremli, Rhein bei Sargans); die feinblütigere und feinblättrigere var. *petraea* ist selten (Lac d. Taney, Jura, bei Versam, Graubünden, Rikli).

Ihre Verbreitung zeigt sie uns als endemisches Produkt der zentral- und südeuropäischen Gebirge (Karpathen, Alpen, Jura, Pyrenäen, Spanien, Italien, Balkan), ihre Verwandtschaft weist auf den Süden.

Das **gemeine Leimkraut** der Wiesen der Ebene (*Silene vulgaris* [Mönch] Garcke = *Silene inflata* Smith) steigt bis 2550 m; die nahe verwandte *Silene alpina* Thomas (durch kleinere und feinwarzige Samen und niederliegenden Stengel mit nur 1—3 Blüten verschieden) ist eine schuttstete Form des Grobschuttes und Grobgerölls, die ausgeprägt hochalpin-nivale Verbreitung besitzt (Wallis 2000—3000 m). Sie dringt mit sehr tiefen Wurzeln in den Sand hinab und erzeugt einen ästigen Wurzelstock; die schlaffen Stengel arbeiten sich auch durch groben Schutt durch. Bei der nahe verwandten *S. vulgaris* kommen fünferlei Stöcke vor: rein zwittrige, rein weibliche, rein männliche, gynomonoecische (mit zwittrigen und weiblichen Blüten) und andromonoecische (mit zwittrigen und männlichen Blüten); die Blüten sind protandrische Hummel- und Falterblumen. Trotz des aufgeblasenen Kelchs verstehen es räuberische Hummeln doch, Honig durch Anbeißen des Kelchs zu stehlen. Der Typus (*S. vulgaris*) ist Ubiquist, die abgeleitete Form (*alpina*) rein alpin.

---

[1]) Ob sie wirksam ist, d. h. ob der Blütenstaub auf dem Stempel derselben Blüte befruchtend wirkt, oder ob nur fremder Pollen wirksam ist, wie bei der „selbststerilen“ *Linaria vulgaris*, bleibt noch zu untersuchen.

Auch einige **Hornkräuter** (*Cerastium*, Fig. 227) gehören zu den konstanten Bewohnern der hochalpinen Sand-, Ton- und Grusfelder. Sie bilden alle lockere Polster, die oft völlig von den großen schneeweißen Blüten überdeckt sind. Sie bestehen aus lauter oberirdischen, strahlig divergierenden locker beblätterten Trieben. Die Blätter sind gegenständig, die glockenförmig geöffneten weißen Blüten teils zwittrig,

Fig. 227.

Schuttbewohnende hochalpine Hornkräuter.
(*Cerastium*) in nat. Größe.

1—4. Breitblättriges Hornkraut (*C. latifolium* L.).
1. Blühender Trieb, Sandalp Kt. Glarus, leg. Vogel. 2. Frucht mit dem bleibenden Kelch und Krone. 3. Frucht nach Entfernung von Kelch und Krone, Albula, 2400 m, leg. Schr. 4. Ausgebreitet gepreßte Blüte.

5—9. Einblütiges Hornkraut (*Cerastium uniflorum* Murith).
5. Blühende Triebe. 6. Kapsel mit Kelch und Krone. 7. Kapsel allein, Albula, leg. Schr. 8. Lenzerheide, 2500 m, leg. Brügger. 9. Oberengadin, leg. Heer.

10—11. Fadenförmiges Hornkraut (*C. filiforme* Schleicher).
10. Blühender Trieb von der Aroserfurka, 2600 m, leg. Brügger. 11. Kapsel mit zurückgerollten Zähnen, Kelch z. T. entfernt, Plattje am Monte Rosa bei 3000 m, leg. C. Schröter.

(Nach Herbarmaterial, von C. Correns revidiert, von L. S.)

teils weiblich; die erstern stets vormännig mit Möglichkeit schließlicher Selbstbestäubung. Der Honig wird am Grunde der Staubgefäße abgesondert und meist von Fliegen geholt. Die Früchte sind hornartige Zahnkapseln, die Samen klein; durch eine lose Umhüllung durch die dünne Schale wird ihr spezifisches Gewicht erheblich verringert. Das **breitblättrige Hornkraut** (*Cerastium latifolium* L., Taschenflora Taf. 23 Fig. 11, Fig. 227, 1—4) liebt kalkreiches Gestein und findet sich in

Wallis auf Felsschutt von 1700—3400 m, in Glarus von 2350 bis 2880 m (herabgeschwemmt aber auch am Ufer des Klöntalersee bei ca. 830 m!), in den Appenzeller- und St. Galleralpen erst von 2000 m an, in Graubünden von 1950 m (Ofengebiet) bis 2925 m (Heer, am Minschun), in Bayern von 2130—2700 m.

Nicht scharf von dieser Art zu trennen (nach A. Keller) sind das **einblütige Hornkraut** (*C. uniflorum* Murith, Fig. 227, 5—9), vorwiegend auf Urgestein, in Wallis von 2200—3350 m, in Glarus, Tessin, Uri, in Graubünden, im Ofengebiet von 2400—3000 m, im Adulagebiet von 2100—3000 m, in Puschlav von 1950—3200 m, bis 3285 m am Piz Linard (Heer) und das **fadenförmige Hornkraut** (*C. filiforme* Schleicher), in Wallis von 2000—3100 m, in Bünden bis 3100 m (Lavirums). Die Verbreitung dieser vielfach nicht auseinandergehaltenen Formen ist noch zu studieren. Alle drei sind, nach freundlicher schriftlicher Mitteilung von Prof. C. Correns, dem besten Kenner der *Cerastien*, auf die mittel- und südeuropäischen Gebirge beschränkt; nur *latifolium* ist auch kaukasisch. Im Norden der Alten Welt (Island, Schottland, Skandinavien, nur in Grönland, nicht im arktischen Rußland, kommt das dem *C. uniflorum* nahestehende *Cerastium Edmonstoni* (Watson) Murb. u. Ostenfeld vor (= *C. uniflorum* Stein, *C. arcticum* Lange). Der Schwerpunkt der Gruppe scheint demnach im Süden zu liegen.

Durch hautrandige Tragblätter von der *latifolium*-Gruppe gut unterschieden ist das **Alpen-Hornkraut** (*Cerastium alpinum* L.) von 1700 bis ca. 2800 m besonders auf kieselreichem Gestein vorkommend, mit seiner stark wolligen Abart *lanatum* ein weitverbreiteter Typus (arktisch-altaisch).

Endlich ist eine der verbreitetsten Pflanzen des nackten Bodens der alpinen Region das **steife Hornkraut** (*C. arvense* L. var. *strictum* Haenke), in dichten Horsten aus lauter aufstrebenden Trieben auftretend, auf allen Gesteinsarten von 1400—3000 m im Wallis, 1500—2500 m in Glarus.

An der Grenze der Schutt- und der Rasenflora, und an der Grenze zwischen Halbstrauch und Staude steht das **Alpen-Sonnenröschen** (*Helianthemum alpestre* [Jacquin] Dunal = *H. oelandicum* Wahlenberg). In lockern Büschen liegt es auf dem Kalkgeröll, auf Gips- und Kalk-Feingeröll manchmal förmlich bestandbildend (Alp da Munt, Ofenpaß) und bei Sonnenschein die leuchtendgelben Blüten entfaltend. Es ist subalpin-alpin, berührt die Schneeregion nicht und ist kalkliebend (Wallis 1400 bis 2800 m, Glarus 1920—2270 m, Bünden bis 2860 m, Bayern 1680 bis 2540 m). Die Pflanze bewohnt die eurasiatische Gebirgsachse von den Pyrenäen bis zum Kaukasus, mit einem isolierten Vorstoß nach Skandinavien. Der Schwerpunkt der Gattung liegt im Mittelmeergebiet.

In gelblichgrünen blattreichen lockern Häufchen entspringt das **schweizerische Labkraut** (*Galium helveticum* Weigel) auf dem Feingeröll

des Kalks, bildet aber auch lange feine Kriechstengel, an deren Ende neue Büschel sich entwickeln. Es ist ein Bürger des ganzen Alpenzugs von der Dauphiné bis Oberösterreich, auf den Apennin ausstrahlend; von alpin-nivalem Charakter (Wallis 2000—3216 m, mit den Flüssen bis 1250 m herabsteigend, Glarus 850—2100 m, Bayern 2000—2600 m, an der Isar weit herabgeschwemmt).

§§§ 3. Schuttstrecker.

Unter dieser Bezeichnung möchte ich diejenigen Schuttpflanzen zusammenfassen, die vorzugsweise durch Streckung aufrechter Organe sich durch den Schutt durcharbeiten, ohne ihm erheblichen Widerstand entgegenzusetzen. Was sich durch den Schutt streckt, sind entweder aufstrebende Teile einer verzweigten Grundachse oder lose beblätterte Stengel, oder endlich die Stiele grundständiger Blätter, oder auch Kombinationen dieser Organe.

§§§§ 1. Farnkräuter des Schuttes.

Mit Erstaunen sehen wir auch feuchtigkeitsliebende Farnkräuter den losen sonnigen Schutt bewohnen, ein deutlicher Beweis für die Feuchtigkeit der Unterlage: Kalk- und schuttstet ist der **steife Schildfarn** (*Aspidium rigidum* Swartz), der die Grobschutthalden in ihren mehr fixierten und zum Typus der Hochstaudenflur tendierenden Partien bewohnt, häufig auch die humusreichen feuchten Löcher der Karrenfelder; er ist in der subalpinen und alpinen Region der Alpen zu Hause (auch Pyrenäen, Karpathen und Großbritannien, also wohl genetisch südeuropäisches Gebirgselement, da auch seine nächsten Verwandten auf den Süden weisen). Es ist durch horizontal gestellte Fiedern und einen eigenartigen Heu-Duft ausgezeichnet und bewohnt mehr die äußern Ketten (Wallis 1400—2200 m, Nordalpen ca. 1500—2300 m, Tirol 1250—2100 m).

Ebenso scharf begrenzt in seiner Standortswahl ist der absolut schutt- und kieselstete **krause Roßfarn** (*Allosurus crispus* Bernhard = *Cryptogramme crispa* [L.] R. Br.], der in frischgrünen Kolonien den ruhenden und beweglichen Grobschutt des Urgebirgs bewohnt, oft mit einem Kranze seiner feinzerteilten Blätter große Felsblöcke umsäumend. Er bewohnt die subalpine und untere alpine Region der zentralen Ketten, fehlt den Kalkalpen durchaus und steigt namentlich am Südabhang weit in die Täler hinab: Wallis 900—2400 m, Gotthard bis 2200 m, Bünden bis 2600 m (Piz Lagalp, Brockmann), in Tessin bis 250 m herab (Losone), Tirol 950—2700 m. Die Art besiedelt mit ihren Varietäten in weitester Ausdehnung die europäischen, asiatischen und amerikanischen Gebirge bis Chile.

Eine Unterart des **zerbrechlichen Blasenfarns** (*Cystopteris fragilis* Milde, subspez. *regia* Bernoulli) bewohnt besonders in ihrer alpinen Abart (var. *alpina* Bernoulli) das Kalkgeröll der alpinen Region und die Karrenfelder, bis 2700 m in Wallis, 2800 m in Bünden (Weißberg, Avers), 2500 m Tirol (Schlernplateau), 1620—2360 m Bayern (bei Berchtesgaden bis 600 m herabsteigend).

Alle diese schuttbewohnenden Farne haben kurze kräftige Wurzelstöcke und grundständige Blätter, die durch Streckung der Stiele sich durch den Schutt emporarbeiten.

§§§§ 2. Dicotyle Stauden mit locker stehenden aufrechten, beblätterten Trieben.

Mit riesigen Blütensonnen, die freilich oft genug den naschhaften Ziegen oder Gemsen zum Opfer fallen, schauen die **Krebswurzarten** aus dem Grobschutt (Gattung *Aronicum*).[1]) Von einer kriechenden schiefen, sympodialen Grundachse gehen langgestielte Grundblätter und 3—60 cm hohe einköpfige Stengel aus.

Die Gattung, die im wesentlichen die Gebirge des zentralen und südlichen Eurasiens bewohnt, und nur in einer Art bis Sibirien vorstößt,[2]) tritt in drei wohlgeschiedenen Arten in den Alpen auf (Unterschiede siehe Fig. 228): Die **Skorpions-Krebswurz** (*Aronicum scorpioïdes* [L.] Koch, Taschenflora Taf. 12 Fig. 10, Textfig. 228, 1), kalkliebend, 1600 bis 2500 m im Wallis, bis 2841 m in Bünden, ist in den Alpen, Pyrenäen und Korsika verbreitet.[3]) Die **gemswurzähnliche Krebswurz** (*A. doronicum* Jacquin = *Clusii* Allioni, Fig. 228, 2), ist kalkfliehend, (Wallis 2000—2900 m, Bünden bis 3041 m), und in den Alpen und Karpathen zu Hause. Die dritte Art endlich, die **Gletscher-Krebswurz** (*Aronicum glaciale* [Wulfen] Rchb., Fig. 228, 3) ist rein östlich (Ostalpen von Tirol bis Krain und Küstenland) und tritt nach Vierhapper in zwei Rassen auf: *A. glaciale* im engern Sinne und *A. glaciale* var. *calcareum* (Vierh.) Schr., Fig. 228, 4, auf die nordsteirischen Kalkalpen und die östlichen niederösterreichischen Alpen beschränkt.

Der **zweigriffliche Säuerling** (*Oxyria digyna* [L.] Hiller, Fig. 229, 1) dringt mit den aufstrebenden gestauchten Zweigen eines vielköpfigen Wurzelstocks durch den feuchten Grobschutt bis Feinschutt, auch auf

---

[1]) Vergl. v. Tavel, F., *Aronicum glaciale* (Wulf.) Rchb. Mitt. a. d. bot. Mus. d. schweiz. Polyt. Nr. 2. Ber. d. schw. bot. Gesellsch. Heft VI. Bern 1896 S. 39. — Vierhapper, Fritz, *Arnica Doronicum* Jacquin und ihre nächsten Verwandten. Österr. bot. Zeitschrift 1900, Nr. 4 ff. — Cavillier, F., Etudes sur les *Doronicum* a fruits homomorphes. Annuaire du Conservatoire et du Jardin botaniques de Genève. X. 1906/07, pag. 178—251. Nach den beiden letzten Autoren muß die Gattung *Aronicum* mit *Doronicum* vereinigt werden.

[2]) Cavillier unterscheidet 11 Arten in 5 Gruppen: 1. Gruppe: *Hookeriana*, *D. Hookeri*, Himalaya; 2. Gruppe: *Soulieana: D. Souliei*, Tibet; 3. Gruppe: *Corsica*: *D. corsicum*, Korsika; 4. Gruppe: *Carpatica*: *D. Carpaticum*, Karpathen, Banat; 5. Gruppe: *Grandiflora* a) *D. altaicum*, Zentral- und Nordasien; *D. viscosum*, Pyrenäen; *D. Briquetii*, Himalaya; *D. grandiflorum* (= *Ar. scorpioïdes*) siehe oben; *D. Portae*, Süd-Tirol; b) *D. glaciale* siehe oben; *D. Clusii* siehe oben; *D. thibetanum*, Thibet. Die einzelnen Gruppen zeigen aber nähere Verwandtschaft mit echten *Doronica* (mit heteromorphen Früchten) als untereinander; die *Aronica* bilden also keine monophyletische Gruppe (Cavillier).

[3]) Die Angaben aus den Karpathen beziehen sich nach Cavillier alle auf *A. carpaticum* Nyman, eine gut geschiedene, auf die Karpathen und das Banat beschränkte Art.

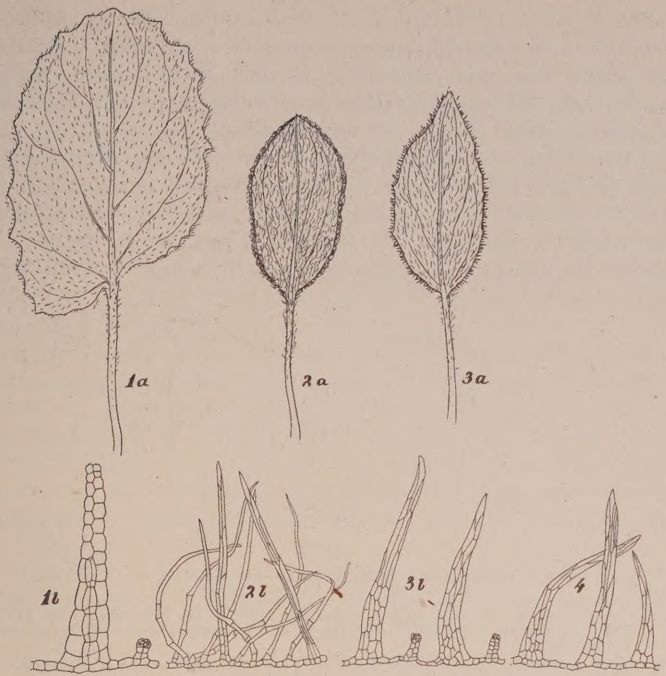


Fig. 228.

Schuttbewohnende Krebswurzarten der Alpen.
(*Aronicum.*)

1. *Aronicum sorpioïdes* (L.) Koch. a) Blatt. b) Haare des Blattes; sie sind von dreierlei Form: 1. Lange steife Borsten aus mehreren Zellreihen, an den Zellwänden eingeschnürt, am Ende stumpf (links). 2. Kurze mehrzellige Drüsenhaare (rechts). 3. Nach CARILLIER kommen noch ganz selten, aber auf einzelnen Exemplaren auffallend zahlreich lange aus einer Zellreihe bestehende Haare vor.
2. *Aronicum doronicum* Jacquin = *Clusii* Allioni. a) Blatt. b) Haare; sie sind von zweierlei Art: 1. Lange mehrreihige Borsten, spitz, ohne Einschnürungen an den Zellwänden. 2. Einreihige Filzhaare, kraus, mit langer Endzelle (an diesem Filz des Blattrandes ist *A. doronicum* leicht zu erkennen!). — Drüsen fehlen auf dem Blatt!
3. *Aronicum glaciale* (Wulfen) Rchb. a) Blatt. b. Haare; sie sind von zweierlei Art: 1. Lange breite vielreihige Borsten, spitz, ohne Einschnürungen an den Zellwänden. 2. Kurze mehrzellige Drüsen.
4. *Aronicum glaciale* Wulfen var. *calcareum* (Vierhapper) Schr.: unterscheidet sich vom Typus durch die nach VIERHAPPER fehlenden, nach CAVILLIER selten vorkommenden Drüsenhaare der Blätter (ferner durch die verlängerten, nicht kurzen Drüsen der Involucralblätter und durch das Fehlen oder die Seltenheit der dicken Borsten an denselben).

(1 a und b, 2 a, 3 a nach Natur von L. S. und C. S., 2 b, 3 b und 4 nach VIERHAPPER.)

Geröll- und auf Kiesflächen vorwiegend kalkarmer Gesteine. Er ist ein windblütiger gynomonoecischer Sauerampfer mit geflügelten zweigriffligen Nüßchen und glänzenden kahlen nierenförmigen Blättern, von alpin-

nivalem Höhencharakter (Wallis 1600—3400 m, Bünden 1050 bis 2955 m) und eine Glazialpflanze weitester auch arktischer Verbreitung. Eine seltene und zerstreute endemisch-alpine Schuttpflanze des Tonmergels ist der **Schneeampfer** (*Rumex nivalis* Hegetschweiler, Fig. 229, 3), von ganz ähnlichem Wuchs wie der Säuerling.

„Er wächst vom Allgäu durch unsere östlichen Alpen, wo er stellenweise sehr häufig ist, bis ins Berner-Oberland zum Faulhorn und der Suleck und stellt somit ein sehr kompakt geschlossenes Areal dar... Aber er kehrt wieder in den östlichen Alpen von Krain und dem angrenzenden Kärnten..., und endlich in der Czrna Gora" (Christ).

Fig. 229.

Schuttbewohnende Knöterichgewächse der Alpen.
(Blätter und Früchte in nat. Größe.)

1. Der zweigrifflige Säuerling (*Oxyria digyna* [L.] Hiller); das Früchtchen trägt zwei Flügel, als Auswüchse der Fruchtschale; die bleibenden Perigonblätter sind ganz klein und rudimentär.
2. Der schildblättrige Ampfer (*Rumex scutatus* L.); das Früchtchen ist von den drei innern flügelartig gewordenen Perigonblättern völlig eingehüllt.
3. Der Schneeampfer (*Rumex nivalis* Heg.); Früchtchen wie bei 2.

(Nach der Natur von L. S.)

An der Grenze zu den Hochstauden steht die feuchte Standorte, Fels und Schutt bewohnende **Rosenwurz** (*Sedum roseum* [L.] Scopoli = *Rhodiola rosea* L.), eine stattliche ausdauernde Succulente mit walzlich-knolligem, mehrköpfigem, nach Rosen riechendem Wurzelstock und zahlreichen, bis 35 cm hohen Stengeln mit endständiger Trugdolde eingeschlechtiger, selten zwittriger, gelbrötlicher Blüten, die durch Fliegen bestäubt werden. Sie zeigt sehr verschiedenes Verhalten: in der Schweiz hochalpin, kalkscheu, und nur in den zentralen Ketten, dem Wallis, Tessin und Bünden (Wallis 2000—2600 m, Bünden 1600—2600 m), ist sie anderseits in Niederösterreich „an steinigen buschigen Stellen und in der Krummholz- und Voralpenregion, hier nur auf Kalk" verbreitet; häufig auf dem Dürrenstein (1877 m), Hochkar (1809 m) und Gamsstein (ebenfalls Kalkgebirge!). Auch in den Karpathen geht sie in die Fichten- und Krummholzregion hinab. Ihre Gesamtverbreitung zeigt ein mittel- und südeurasiatisches Gebirgsareal einerseits (Pyrenäen,

Alpen, Vogesen, Riesengebirge, Gesenke, Karpathen, Ural, Himalaya), ein nordasiatisch-nordamerikanisch-arktisches anderseits. Da die Untergattung *Rhodiola*, die in Europa nur durch unsere Art vertreten ist, ihre stärkste Entwicklung im Himalaya hat, ist vielleicht dort in letzter Linie der Ausgangspunkt unserer Art zu suchen; auffallend ist dann freilich das Fehlen in Kaukasus; vielleicht ist sie über Altai und Arktis zu uns gekommen, dafür spricht ihre Feuchtigkeitsliebe und Kalkfeindlichkeit, sowie das Fehlen einer Gliederung.

Für das Aufgehen der Samen der einjährigen Arten bieten natürlich Sand und Ton besonders günstige Bedingungen. *Gentiana nivalis* und *tenella* (S. 418 u. 424), auch *Pleurogyne* (S. 424) sieht man nicht selten hier auftreten.

Die Gattung *Saxifraga* stellt zur einjährigen Schuttflora den **aufsteigenden Steinbrech** (*S. adscendens* L. = *controversa* Sternberg); er ist eine der wenigen einjährigen Alpenpflanzen, vorwiegend subalpin, doch bis 2800 m (Lavirums, Braun) und 3100 m (Wallis) steigend und weit verbreitet (Sizilien, Abruzzen, Apennin, Pyrenäen, Alpen von den Seealpen bis Kärnten, Karpathen, Balkan, Skandinavien, nordamerikanische Arktis, Rocky Mountains); Engler leitet ihn aus Südeuropa, Christ aus Nordamerika her.

Bezeichnend für humusarme Standorte sind zwei vikarisierende einjährige Fetthennearten, die kalkliebende **schwärzliche Fetthenne** (*Sedum atratum* L.) und die kieselstete **einjährige Fetthenne** (*Sedum annuum* L.). Erstere sitzt mit niedrigen, meist rot überlaufenen, gedrungenen, einfachen oder gedrängt verzweigten Stengelchen auf dem Schutt; die dicken gedrängten Blätter sind förmliche Wasserfäßchen, mit reichlichem „Wassergewebe“ versehen, das als Trockenheitsschutz wirkt. Die Pflanze besiedelt Schutt und Fels, seltener den Rasen, vorwiegend auf Kalk und nur in der alpinen Region (Wallis 1800—2800 m, Glarus 1600 bis 2500 m, Bünden ca. 1900—2880 m, von Appenzell bis in die Nagelfluhvoralpen hinaus, Bayern 1460—2570 m, aber mit den Flüssen bis 800 m herab). Ihre Allgemeinverbreitung erstreckt sich über Pyrenäen, Alpen, Jura, Apennin, Karpathen, illyrische Gebirge, Serbien.

Die **einjährige Fetthenne** (*Sedum annuum* L.) ist vorwiegend Felsenpflanze des Urgesteins, mit sparrig gabelig verzweigten, geschlängelten blütenbesetzten Ästen. Es ist eine alpin-nordeuropäisch-arktische, weit verbreitete Pflanze, deren Schwergewicht wohl im eurasischen Gebirgstraktus ruht. Ihr regionaler Hauptsitz liegt wesentlich tiefer als bei *atratum*: Wallis 600—2800 m, Glarus 600—1600 m, Bünden 1000—2780 m (Puschlav, Brockmann), Bayern 1410—1850 m. Die Blüten dieser beiden einjährigen Succulenten sind protogyn mit regelmäßig eintretender Selbstbestäubung; die Samen sind durch Kleinheit flugfähig. *Sedum annuum* hat nach Kerner die Fähigkeit, bei

verhinderter Fruchtbildung durch kleine Rosetten zu überwintern, welche dicht über der Wurzel sich bilden.

Kalkarmes Substrat bevorzugt auch die dritte Fetthenne, die in der Nivalregion aufsteigt, die **Alpen-Fetthenne** (*Sedum alpestre* Villars), eine ausdauernde Art, mit kugligen Rosetten, dicklichen Blättern, frosthart überwinternd, ohne irgendwelche Schutzeinrichtung, was bei so wasserreichen Organen besonders auffallend ist. Die Blütenstengel sind gabeldoldig sparrig verzweigt; die grünlichgelben Blüten sind protogyn, mit langlebigen Narben und leicht eintretender Selbstbestäubung. Die kleinen Samen werden durch den Wind verbreitet. Sie ist Felsenpflanze, Schutt- und Sandbewohner, scheut aber auch humusreiche Rasen, wie denjenigen des Kurvuletums und der Schneetälchen, nicht; sie steigt nicht so weit herab wie *annuum* und bevorzugt die innern Ketten, Wallis 1800—3000 m, Bünden 1350—2975 m, Bayern (sehr selten) bis 2380 m. Die Pflanze ist von den Pyrenäen durch die Alpen bis zu den Karpathen verbreitet, mit Vorstößen in die Vogesen, das Riesengebirge und mährische Gesenke.

§§§ 4. Schuttdecker.

Nach ganz anderm Prinzip verfährt diese Gruppe, um des verräterischen losen Bodens Herr zu werden: sie breitet eine niedere Rasendecke aus schlaffen wurzelnden Zweigen an seiner Oberfläche aus und bildet so kleine festere Inselchen. Die arbeitenden und blühenden Sprosse erheben sich als relativ kurze aufrechte Zweige über der Decke.

Am klarsten repräsentieren diesen Typus die gegenblättrigen Steinbrecharten (Gruppe *Porphyrion*), die sich um *Saxifraga oppositifolia* gruppieren, die „Schuttstetesten" unter den *Saxifragen.*[1])

Es sind die einzigen Steinbrecharten mit gegenständigen Blättern; die dicklichen Blätter tragen an der Spitze 1—5 Grübchen („Gr" in Fig. 230, 1 u. 2, 7 u. 8), in deren Grunde eine offene Wasserspalte liegt. Durch das darunter liegende, aus dem Bastteil des Gefäßbündels hervorgehende Drüsengewebe (Epithem) wird Wasser ausgeschieden, das, wenn es genügend kalkhaltig ist, bei seiner Verdunstung ein weißlich schimmerndes Kalkschüppchen hinterläßt.

Der **gegenblättrige Steinbrech** (*Saxifraga oppositifolia* L., Taschenflora Taf. 17, Fig. 3, Textfig. 230, 2, 8, 10, 11, 13) bildet lockere aus-

---

[1]) Vergl. A. Engler, Monographie der Gattung *Saxifraga* L. Breslau 1872. — Hayek, A. v., Monographische Studien über d. Gattung *Saxifraga*. I. Die Sektion *Porphyrion* Tausch. Denkschriften d. k. Wiener Akademie, Bd. LXXVII. Wien 1905. — Leist, Beiträge zur vergleichenden Anatomie d. *Saxifrageen*. Bot. Centralblatt, XLIII, 1890. — Lindmark, Bidrag till kännedomen om de svenska *Saxifraga*-Arternes yttre bygnad och individbildning. Bihang till kongl. Svenska Vet. Ak. Handlingar, Bd. 28, Afd. III. Stockholm 1903.

gebreitete Rasen, mit bleibenden Pfahlwurzeln; sie bestehen aus niedergestreckten holzigen, wurzelnden Stämmchen, von denen die aufstrebenden dicht 4-reihig beblätterten Zweige ausgehen. Die grün überwinternden Blätter sind nach oben keulig verdickt und tragen auf der Abstumpfungsfläche die Kalkgrube. Diese Fläche ist von einer sehr dicken Cuticula überzogen (Fig. 230, 8). Die Blüten sind terminal und überwintern als Knospen unter dem Schutz der obersten Laubblätter. So sind sie gleich nach der Schneeschmelze bereit, sich zu entwickeln und bedecken oft das ganze Polster in dichtem Zusammenschluß, so daß weithin schimmernde Blütenteppiche entstehen. Die Krone zeigt ein trübes Weinrot. Die Blüten sind biologisch sehr variabel: vormännig, vorweibig oder mit gleichzeitig entwickelten Sexualorganen, aber stets mit der Möglichkeit spontaner Selbstbestäubung; bei der zur Blütezeit noch herrschenden Insektenarmut erscheint das letztere sehr zweckmäßig. Neben den zwittrigen fand Schulz bei Franzenshöhe auch kleinere[1]) weibliche Blüten mit pollenlosen Staubbeuteln, teils auf denselben, teils auf besondern Stöcken. Lindmark konstatierte in Schweden rein männliche Blüten mit verkümmerten Stempeln. Die Hauptbesucher sind Schmetterlinge. Die Samen sind sehr leicht und flugfähig (0,0001 Gramm nach Vogler).

Der gegenblättrige Steinbrech ist eine äußerst anpassungsfähige Pflanze: einerseits bewohnt sie, als häufigster Bestandteil der Gipfelfloren, oft als ganz kompakt polsterförmige Nivalform stark exponierte xerophytische Felsen der höchsten Spitzen, Gräte und Kämme (Triftjoch 3540 m, Theodulpaß 3333 m, Gaulipaß 3274 m, am Piz Palü bei 3466 m, Canciano-Gipfel 3106 m), anderseits geht sie auf reichbewässertem Schutt bis tief in die subalpine Region hinab (2000 m Wallis, 1500 m St. Gallen, 1650 m Bayern) und wird im Kiesbett der Alpenflüsse weit hinab verschwemmt (Bouveret 380 m, Geröll der Lütschinen 700 m, Viamala 860 m, an der Landquart bei Pardisla 650 m, Thierfehd 820 m). Auf quelligen Stellen der kiesigen Grenzzone des Bodenseeufers bei 396 m hat sie sich als Glazialrelikt erhalten und zu einer besondern Rasse (var. *amphibia* Sündermann) ausgeprägt, die in allen Teilen robuster ist.[2])

An diesen weitverbreiteten Typus gliedern sich eine Anzahl sekundärer, geographisch abgegrenzter Sippen; in den Alpen ist es zunächst

---

[1]) Auch Lindman beobachtete auf dem Dovrefjeld in Norwegen eine groß- und eine kleinblütige Form. Anderseits beschreibt Steiger aus dem Adulagebiet neben der Normalform eine f. *macrantha* E. St. mit 10 mm langen, 7—9 nervigen Petalen; sie dürfte identisch sein mit var. *grandiflora* Engler aus den Pyrenäen (Fig. 230, 13a).

[2]) Vergl. Schröter u. Kirchner, Die Vegetation des Bodensees, II. Teil S. 57—60.

Fig. 230.
Die Saxifragen der gegenblättrigen Gruppe.
(*Porphyrion.*)

1—6. Laubblatt (a) und Kelchblatt (b) je derselben Art ($^5/_1$).
1. Gestutztblättriger Steinbrech (*S. retusa* Gouan = *purpurea* Allioni).
2. Gegenblättriger Steinbrech (*S. oppositifolia* L.).
3. Muriths Steinbrech (*S. oppositifolia* L. var. *Murithiana* Tissière).
4. Rudolphs Steinbrech (*S. Rudolphiana* Hornschuch).
5. Wimperblättriger Steinbrech *S. blepharophylla* Kerner).
6. Zweiblütiger Steinbrech (*S. biflora* Allioni).

7. Blatt von *S. oppositifolia*: die Nerven laufen alle in der wasserausscheidenden und kalkabsondernden Grube unter der Spitze zusammen ($^{10}/_1$).
8. Längsschnitt durch die Blattspitze der *S. oppositifolia*: eine starke Cuticula überzieht sie; im Grunde des Grübchens liegt eine Wasserspalte, und unter derselben das dünnwandige Drüsengewebe („Epithem"), das mit dem Gefäßbündel in Verbindung steht ($^{20}/_1$).
9. Längsschnitt durch die Blüte der *Saxifraga biflora*: Fr = der unterständige Fruchtknoten, K = Kelch, C = Krone, St = Staubgefäße, Gr = Griffel, D = honigabsondernder „Discus", hier sehr breit ($^5/_1$).
10. Längsschnitt durch die Blüte der *Saxifraga oppositifolia* L. — Buchstaben wie bei 9. Discus hier schmal ($^5/_1$).
11. Same von *Saxifraga oppositifolia* L. ($^{23}/_1$).
12. „ „ „ *biflora* All. ($^{23}/_1$).
13a. Kronblatt von *Saxifraga oppositifolia* L. f. *macrantha* E. Steiger, Valserberg-Paß, 2400 m, Nordseite (leg. Steiger).
13b. „ „ „ „ f. *typica*, Albula, 2300 m.
14. „ „ „ *macropetala* Kerner, Rawylpaß, leg. Muret.
15. „ „ „ *biflora*, Avers, leg Schr.

(1—10 nach von Hayek, 11—12 nach Vogler, 13a—15 nach der Natur.)

nach Hayek die *Murithiana* Tissière (Fig. 230, 3), welche in der iberischen Halbinsel, den Pyrenäen und Westalpen (bis zum Gotthard) die typische *oppositifolia* vertritt; sie unterscheidet sich durch längere und schmälere Blätter, und den wenigstens unterwärts drüsig behaarten Kelch.[1]) Als

[1]) Burnat (Flore des Alpes maritimes, vol. IV, 1906, S. 282) hat die von Hayek angegebenen Charaktere der *Murithiana* mit wenigen Ausnahmen bestätigt gefunden.

gute Unterart der Zentralalpen, seltener in den Kalkalpen von der Wandfluh in den Freiburger Kalkalpen bis zum Hohenwarth in Steiermark und in Siebenbürgen betrachtet Hayek die *S. Rudolphiana* Hornschuch (Fig. 230, 4), dichte Polster bildend, mit sehr kleinem, nur 2 mm langen Blättern, drüsig gewimperten Kelchzipfeln und besonders kleinen Blüten.

In der Hochalpenregion (2200—2863 m) der östlichen Zentralalpen (Hohe und besonders Niedere Tauern) tritt auf kalkarmem Gestein mit *S. oppositifolia* vikarisierend der **wimperblättrige Steinbrech** (*S. blepharophylla* Kerner, Fig. 230, 5) auf.[1])

Die zweite Untergruppe, die der „*Purpureae*“, durch Fehlen der Wimpern an Kelchzipfeln und Blättern, durch kleine Blüten mit langen Antheren und durch 5 Grübchen auf der Blattfläche ausgezeichnet, umfaßt zwei Sippen: den **gestutztblättrigen Steinbrech** (*S. retusa* Gouan = *purpurea* Allioni, Fig. 230, 1), welcher in den Pyrenäen und Westalpen bis Bosco im Tessin verbreitet ist, und die *S. Wulfeniana* Schott, eine sehr nahestehende Rasse der Ostalpen, Karpathen und bulgarischen Gebirge. Diese Gruppe gehört aber eher zu den felsbewohnenden Polsterpflanzen.[2])

In der dritten Untergruppe endlich, den „*Biflorae*“, mit breitem Discus (Fig. 230, 9), flachen Blättern, mehrblütigen Blütenständen und anderm Samenbau (Fig. 230, 12), ist die Hauptart der **zweiblütige Steinbrech** (*Saxifraga biflora* Allioni, Taschenflora Taf. 17 Fig. 4 und Textfig. 230, 6, 12, 15), nur in den Alpen von den Seealpen bis an die Grenze zwischen Salzburg und Steiermark, nur auf Urgestein, von 2100—4200 m, mit besonderer Vorliebe für berieselten Felsschutt.

Ein sehr verschieden beurteilter Typus ist die *S. macropetala* Kerner (Fig. 230, 14), die eigentlich eine *biflora* mit den Kronblättern der *oppositifolia* und

---

[1]) Die gesamte Untergruppe der *Oppositifoliae* gliedert sich nach Hayek wie folgt:

Art: *S. oppositifolia.*
  Unterart: *euoppositifolia.*
    Rasse: *B. Nathorsti* (Grönland).
    „ *C. Murithiana.*
    „ *D. meridionalis* (Montenegro).
  Unterart: *Rudolphiana.*
    „ *asiatica* (Hochgebirge Zentralasiens vom Himalaya bis Stanowoj).
Art: *S. blepharophylla.*
„ *S. speciosa* (Abruzzen).
„ *S. latina* (Apuanen, Alpen, Apenninen).

[2]) Vergleiche über die *retusa*-Gruppe auch: Vaccari, Le varietà *Wulfeniana* Schott e *Augustana* Vacc. di *Saxifraga purpurea* All. (*retusa* Gouan) e la loro distribuzione. Nuovo giornale bot. ital. XIII 1, 1906 und Burnat, l. c. 283 ff.

mit noch etwas breitern Laubblättern als bei der typischen *biflora* darstellt. Sie tritt in den Berneralpen, Tirol, Kärnten und Steiermark neben der *biflora* auf. Sie wurde als primärer Bastard *oppositifolia* × *biflora* gedeutet; dagegen spricht ihr normaler Pollen, ihr Vorkommen und ihre breitern Blätter. Solche Bastarde sind bekannt und sehen anders aus. Viele fassen sie als eine großblütige Form der *biflora* auf, Engler hält sie für eine gute Art, und Hayek läßt die Frage offen, ob es eine Mutation der *biflora* oder ein fixiertes Spaltungsprodukt eines ursprünglichen Bastards zwischen *S. oppositifolia* und *biflora* sei. Weitere Verfolgung dieses Problems durch Kulturversuche und künstliche Kreuzungen, sowie durch Untersuchung des Samenbaus dürfte Klarheit bringen.

Die eben besprochene Gruppe der gegenblättrigen Saxifragen zeigt ihre reichste Entfaltung in den Alpen. Die drei Untergruppen zeigen so weitgehende Differenzen, daß eine Ausbildung derselben erst während oder seit der Eiszeit unwahrscheinlich ist. Engler und v. Hayek nehmen daher an, daß die Urheimat der Gruppe die Alpengegenden, bzw. das südliche Mitteleuropa sei, und daß die drei Untergruppen (*Purpureae*, *Oppositifoliae*, *Biflorae*) schon vor der Eiszeit ausgeprägt gewesen seien. Die jetzigen Typen, die ja lauter Hochgebirgsbewohner sind, hätten sich während der Hebung der Alpen am Ende der Tertiärzeit und unter dem Einfluß der Wanderungen während der Eiszeiten herausgebildet. Die einzige weiter verbreitete, auch arktische Art (*S. oppositifolia*)[1]) wäre also aus den Alpen nach dem hohen Norden, und von da (in der Rasse *asiatica*) nach Nordasien und in den Himalaya gelangt; ihr Fehlen in Vorderasien und dem Kaukasus spricht für einen solchen Weg. Wir hätten dann hier ein Analogon zu *Alchimilla alpina*: im südlichen Ursprungsareal ist der Typus reich gegliedert, im nordischen viel einförmiger (nur *asiatica* und die wenig verschiedene *Nathorsti* in Grönland haben sich hier abgezweigt).

Auch das **kriechende Gipskraut** (*Gypsophila repens* L.) gehört (nach den Beobachtungen von Brockmann) zu dieser Gruppe. Vom Kopf der kräftigen, tief eindringenden und reich verzweigten Pfahlwurzel aus entspringen eine Menge parallel gestreckter beblätterter Zweige (oft stark verholzt und bis 5 mm dick!), die wurzeln und nach dem Abfallen der Blätter zu Rhizomästen werden. Von ihnen erheben sich aufstrebende, mit linealen bläulichen Blättern besetzte Triebe, die in lockere Cymen rötlichweißer protandrischer Blüten ausgehen.

Es ist ein subalpin-alpiner Schutt- und Felsbesiedler des Kalks, der wie *Linaria* mit dem Flußkies weit in die Ebene hinaus wandert; in Wallis geht er von 380—2700 m, in Glarus von 423—2560 m, in Bünden von 250—2860 m, in Bayern von 490—2240 m. Seine Allgemeinverbreitung erstreckt sich über die ganze zentraleuropäische Ge-

---

[1]) Sie ist (nach v. Hayek) verbreitet in den Alpen östlich vom Gotthard, den Sudeten, Karpathen, Rhodopegebirge, in Nordeuropa, Ost- und Westarktis und im Felsengebirge (fehlt aber dem Kaukasus und Vorderasien). Die bisher als *oppositifolia* bezeichnete *Saxifraga* der nord- und zentralasiatischen Gebirge (Thianschan, Alatau, Dahurien, Altai, Stanowoi, westlicher Himalaya) trennt er als *asiatica* Hayek ab, die der dinarischen Gebirge als *S. meridionalis* Terr., die der Apenninen als *latina* Terr. und *speciosa* Dörfler und Hayek, die der Alpen westlich vom Gotthard, der Pyrenäen und Spaniens als *Murithiana* Tissière.

birgsachse von den Pyrenäen bis zu den Karpathen, mit Ausstrahlung in den Apennin, nordwärts bis zum Harz, wo sie als Glazialrelikt auf den Gipsbergen am Südrand des Gebirges auftritt.

Endlich gehören zu dieser Kategorie von Schuttpflanzen auch eine Reihe von Holzgewächsen, die wir schon früher behandelt haben; vor allem *Dryas octopetala* (S. 182—194), dann *Salix retusa* und *serpyllifolia* (S. 211—222), auch *Arctostaphylos uva ursi* (S. 152—157). Sie bilden oft „Treppen" im Geröll (siehe S. 220 Fig. 87).

§§§ 5. Die Schuttstauer.

Die Schuttwanderer geben nach, die Schuttüberkriecher liegen lose oben auf, die Schuttstrecker dringen durch, die Schuttdecker binden durch wurzelnde Rasen, die letzte Kategorie der Schuttkämpfer pflanzt sich mit festen Horsten in den Schutt oder auf den Schutt und staut ihn, wo er beweglich ist. Auch sie können ihre vergrabenen Triebe strecken, aber sie lassen keinen Schutt dazwischen durch, sondern halten ihn auf.

Eine eigene Gruppe von Schuttstauern bilden eine Reihe horstbildender Gräser, die beim Überschütten durch Streckung der Internodien sonst gestaucht bleibender Triebe sogenannte „falsche Kriechtriebe" (pseudorepente Triebe) bilden. Hierher gehören vor allem zwei hochalpine Rispengräser des Feinschuttes, Feingerölls und Felsens, das kieselholde **schlaffe Rispengras** (*Poa laxa* Haenke, Fig. 231, 2) und das kalkstete **kleine Rispengras** (*Poa minor* Gaudin, Fig. 231, 1). Das erstere ist eine weit verbreitete arktisch-altaisch-alpine Pflanze von nivalem Charakter, die zentralen Ketten bevorzugend: Wallis 2000—2630 m, Glarus 2240—2800 m, Bünden bis 3315 m (Piz Linard), Tirol 1740 bis 3250 m; das letztere ist auf die zentral- und südeuropäischen Gebirge beschränkt (mit einem Vorstoß nach Schottland!) und geht weiter hinab: Wallis 1700—3200 m, Glarus 2100—2150 m, Bünden bis 3000 m, Bayern 1690—2470 m, Tirol von 1300—2600 m, „häufig mit den Bächen in die Täler hinabgeführt", so z. B. bis 690 m im Höttinger Graben.

Das größte Interesse unter diesen hochalpin-nivalen Horstgräsern des Schutts beansprucht das **ährige Hafergras** (*Trisetum spicatum* Richter), das freilich nicht schuttstet ist, sondern auch Fels und humöse Rasenflecke bewohnt. Es bildet kleine Horste aus feinbeblätterten Laubtrieben und erzeugt niedrige oberwärts weichhaarige Halme, die von einer dichtgedrängten, ährenförmigen, hell- bis dunkelbraunen Rispe gekrönt sind (Fig. 231, 3). Es ist ein ausgesprochen nivales bodenvages Gras, das kaum unter 2200 m hinabsteigt (Wallis 2300—2600 m, Glarus 2350—2600 m, St. Gallen und Appenzell 2200—2600 m, Bünden 2200—3250 m, Bayern 2240—2390 m, Tirol 1900—2840 m). Höchst

Fig. 231.

Hochalpine schuttbewohnende Gräser.

1. Das kleine Rispengras (*Poa minor* Gaudin). Moräne des Glacier du grand désert (Wallis), leg. F. O. Wolf.
2. Das schlaffe Rispengras (*Poa laxa* Haenke).
   a) Reduzierte Nivalform, vom Theodulpaß, 3333 m, leg. Schr., 31. VII. 86.
   b) Normalform, St Maria am Fuß des Piz Scopi, leg. H. Siegfried.
3. Das ährige Hafergras (*Trisetum spicatum* Richter).
   a) Bergünerfurka zwischen Val Sertig und Val Tuors, 2800 m, leg. C. Schr.
   b) Monte Ucello oberhalb Bernhardin, leg. Brügger.

(Nach der Natur von L. S.)

merkwürdig ist seine enorm weite und zerstückelte Gesamtverbreitung: Eurasiatische Gebirge von den Pyrenäen bis zum Himalaya (Spanien,

Pyrenäen, Alpen, Karpathen, Kaukasus, Himalaya), Nordeuropa, Nordasien, Nordamerika und gesamte Arktis, und drittens auf den Anden von Mexiko bis zur Magellansstraße (freilich in verwandten Arten, die ihm aber nach SOLMS-LAUBACH sehr nahe stehen), und endlich in Neuseeland. Wir müssen wohl SOLMS-LAUBACH Recht geben, wenn er das ausgedehnte nordisch-arktische Areal für das ursprüngliche hält.

Auch die so anpassungsfähige **Romeye** (*Poa alpina*, S. 272 ff.) weiß sich mit ihren Rasen im Feinschutt zu verankern und durch „Pseudorepenz" der Überschüttung zu entgehen. Mit mächtigen festen Horsten staut der **niedrige Schwingel** (*Festuca pumila*, S. 289) den beweglichen Feinschutt; auch die zarteren Formen (*Festuca rupicaprina* und *Halleri*, S. 289 und die besonders felsbewohnende *F. alpina*, siehe unten) siedeln sich oft im Feinschutt und Sand an. Auf kalkreichem Feingeröll baut das Blaugras seine Treppen (*Sesleria coerulea*, S. 264), feuchten kalkarmen Feinschutt besiedelt *Sesleria ovata* (S. 269), während *Sesleria sphaerocephala* (S. 269) Felsenpflanze, *S. disticha* (S. 271) Humuspflanze ist.

Eine kleine Gruppe schuttbewohnender Kompositen ist dadurch ausgezeichnet, daß ein dichtes Büschel grundständiger Blätter sich über den Schutt ausbreitet, während die Stiele in ein festes streckungsfähiges Paket zusammenhalten, dessen Länge durch die Tiefe des Wurzelkopfs unter der Schuttoberfläche bestimmt ist. Sie besitzen nur schwaches vegetatives Vermehrungsvermögen (abgesehen von *Crepis pygmaea*).

Hierher gehört der **Pippau des Terglou** (*Crepis terglouiensis* [Hacq.] Kerner = *Soyeria hyoseridifolia* Koch, Fig. 232, 3), dessen großer gelber Blütenkorb von den schrotsägeförmigen grundständigen Blättern fast eingehüllt wird; hier ist auch der beblätterte Stengel streckungsfähig. Er besiedelt das Kalkfeingeröll der äußern Ketten der Zentral- und Ostalpen, als zerstreut auftretendes endemisches Alpenprodukt (Wallis 2000—2500 m, Glarus 2240—2480 m, Bünden bis 2860 m, Bayern 1900—2620 m). Habituell auffallend ähnlich ist das **Löwenzahn-Milchkraut** (*Leontodon taraxaci* [Allioni] Loiseleur, Fig. 232, 1), mit kurzem, keulig verdicktem, in die Hülle des Blütenkopfs allmählich übergehendem, streckungsfähigem Schaft, der wie die Hülle von schwarzen Haaren rußig rauh ist. Auch diese Pflanze bewohnt das Feingeröll besonders des Kalkes; sie ist in den Pyrenäen, Alpen und Karpathen zu Hause und regional rein alpin: Wallis 1800—2800 m, Glarus 2000—2400 m, St. Gallen und Appenzell von 2000 m an aufwärts, Bünden bis 2925 m, Bayern 1950—2270 m. Diesen beiden reiht sich als dritte Komposite des Kalkschuttes der **Zwerg-Pippau** (*Crepis pygmaea* L. Fig. 232, 2) an, der von Spanien und den Pyrenäen her die West- und Zentralalpen bis nach Tirol besiedelt. Durch die Bildung langer Rhizomäste, die auch horizontal verlaufen können, steht er am Übergang zu den Schuttwanderern.

Noch sporadischer tritt auf dem Schutt der **mähnentragende Pippau** (*Crepis jubata* Koch, Fig. 232, 4) auf, der nur aus den Walliser

Fig. 232.

Typische Schuttbewohner unter den Korbblütlern der Alpen (nat. Größe).

Erläuterung zu Fig. 232.

1. *Leontodon taraxaci* (Allioni) Loiseleur, im Dolomitschutt am Piz Alv, Berninagebiet, 2800 m, leg. C. Schr. 2. *Crepis pygmaea* L., Scala di Fraële, 1787 m, leg. Brügger. 3. *Crepis Terglouiensis* (Hacquet) Kerner, Lasaalp bei Valens, leg. U. A. v. Salis. 4. *Crepis jubata* Koch, Zebles-Alp im Samnaum, 2500 m, leg. Kaeser.

(Nach Natur von L. S.; Früchte nach Reichenbach.)

und Bündner Alpen und dann wieder in Flims, Samnaun und Tirol bekannt ist.[1])

Ebenso „kalkfeingeröllstet" wie drei der vier ebengenannten Kompositen ist der **Herzblatt-Hahnenfuß** (*Ranunculus parnassifolius* L., Taschenflora Taf. 15 Fig. 4), durch seine rundlichen, graugrünen dicklichen Blätter ausgezeichnet, zwischen denen der gebogene Stengel hervorkriecht, um die weiße Blüte zu entfalten, bei der freilich meist nur 1—3 Kronblätter („Honigblätter") vorhanden sind. Er ist ein rein alpiner sporadischer Besiedler der äußern Ketten von vorwiegend westlicher Verbreitung: Pyrenäen, Westalpen, Zentralalpen bis Tirol und dann wieder in Kärnten.

Nach der Wuchsform schließt sich hier der **Gletscherhahnenfuß** an (*Ranunculus glacialis* L., Taschenflora Taf. 15 Fig. 6 und Textfigur 233); er ist eines der eigenartigsten und anziehendsten Produkte des arktischen und glazialen Klimas. Von einem aufrechten kurzen Rhizom aus entspringt ein tief im Schutt versenktes Büschel dichtgedrängter langgestielter vielteiliger Grundblätter, von einigen oder mehreren Niederblättern umgeben; und ein teils niederliegender, teils aufrechter Blütenstengel, alles saftig grün, glänzend, in keiner Weise eine sichtbare Anpassung an hochalpines Klima zeigend; nur die kleinsten Formen der höchsten Gräte besitzen eine spinnwebartige Behaarung (var. *holosericeus* Gaudin und *gelidus* Hoffmann). Die Anatomie[2]) zeigt in der schwachen Entwicklung der Palissaden, dem Reichtum an Interstitien, der dünnen Epidermis und den vorragenden Spaltöffnungen deutliche Anpassung an Feuchtigkeit.

Die Hauptachse geht in eine endständige Blüte aus; die Erneuerungssprosse kommen aus den Achseln der grundständigen Laubblätter und des untersten Stengelblattes. Der Stengel legt sich auf den Boden und sein Erneuerungssproß teibt schon früh einige Wurzeln, die ihn selbständig machen. Die Blüten sind von einem dunkelbraunen

---

[1]) Schweizer Standorte: Wallis: Chanrion im Bagnetal, Moräne des Furggengletschers unter dem Hörnli am Matterhorn, oberhalb Staffelalp bei Zermatt, Staffelgrat zwischen Nanzertal und Simplon; Graubünden und Grenzgebiet: Flimserstein, Bandfluh im Avers, Lavirums, Fimberjoch, Samnaun.

[2]) Vergl. Thekla R. Resvoll, Nogle arktiske ranunklers morfologi og anatomi. Nyget Mag. for Naturvidenskab, Bd. 38 Heft 4. Kristiania 1900.

Fig. 233.

Der Gletscherhahnenfuß (*Ranunculus glacialis* L.)

Erläuterung zu Fig. 233.

1—6. Blätter der wichtigsten Abarten[1]) in nat. Größe (Stiel abgeschnitten!).
1. var. *genuinus* L., die großblättrige nordische Form, in den Alpen selten. Bei den Flühseen Avers, 2400 m, leg. C. Schr.
2. var. *crithmifolius* Reichenbach, die verbreitetste Form, Parpaner Rothhorn, leg. Brügger.
3. var. *laciniatus* Rikli, seltenere feinblättrige Form, auf dem Kies der Aare bei der Grimsel, leg. Schultes.
4. var. *holosericeus* Gaudin, stärkst behaarte Form, Engadiner Alpen, leg. Heer.
5. var. *gelidus* Hoffmann (ganze Pflanze), reduzierte behaarte Form der höchsten Standorte, Theodulpaß, 3333 m, leg. Favrat.
6. *hepaticilobus* Chenevard, vereinzelt auftretend, vielleicht Spielart oder Abnormität? (Original-Exemplar, vom Autor freundlichst zur Verfügung gestellt), Berisal am Simplon, leg. Chenevard.

7. Reduzierte submerse Form vom Ufer des Riffelsees oberhalb Zermatt, leg. Schleicher (1/1).
8. *Ran. glacialis* L. var. *aconitoides* DC., ein Bastard zwischen *R. glacialis* und *aconitifolius*; großer St. Bernhard, leg. Muret (1/1).
9. Blüte von oben gesehen, großes Exemplar (30 mm Durchmesser), Riesetenpaß, Kt. Glarus, 2188 m, leg. O. Heer (1/1).
10. Dasselbe, kleine Blüte (20 mm Durchmesser, die kleinsten haben nur 12 mm!), Bernina, leg. Bovelin (1/1).
11. Blüte von unten gesehen, mit dem pelzig behaarten Kelch (1/1).
12. Früchtchen, mit stark flügelartig entwickeltem Kiel (5/1).
13. Dasselbe quer durchschnitten; Same schraffiert (5/1).
14. A—E. Das Nektarium am Grunde der „Honigblätter" (oder Kronblätter) in seiner steigenden Differenzierung vom einfachen Grübchen (A) bis zu einem gefransten Becherchen (E) (3,5/1).

(1—11 nach Herbarmaterial, 12—13 nach Vogler, 14 nach Müller-Lippstadt, von L. S.)

[1]) Vergl. Rikli in Schinz u. Keller, Flora der Schweiz, 2. Aufl., 2. Teil, S. 79.

pelzigen Kelch eingehüllt, die Kronblätter strahlen in allen Nuancen vom reinsten Weiß bis zum dunkeln Rosenrot. Es können an derselben Pflanze verschiedene Färbungen auftreten; eine bestimmte Abhängigkeit vom Untergrund oder der Höhe über Meer ist nicht nachzuweisen. Die Blumen sondern auf den Kronblättern („Honigblättern") reichlich Honig ab, der durch die darüber sich breitenden Staubblätter geschützt ist; sie sind protandrisch oder homogam, zuletzt rein weiblich; es kommen auch scheinzwittrige Pollenblüten vor, und die Zwitterblüten zeigen nach Kerner einen beginnenden Dimorphismus: solche mit kurzen Staubgefäßen (vorzugsweise der Fremdbestäubung angepaßt!) und solche mit langen Staubgefäßen, sich selbst bestäubend. Die Blumen werden reichlich von Fliegen und kleinen Faltern besucht; so beobachteten wir am Flüela-Schwarzhorn von ca. 2900—3100 m zahlreiche Fliegen, Holzwespen und Falter auf den Blüten (23. Juli 1906).

Nach der Blüte bleiben Kelch und Krone bis nach dem Abfallen der Früchtchen erhalten, rascheldürr vertrocknend; dadurch unterscheidet sich der Gletscher-Ranunkel von allen andern Ranunkeln Europas; er wurde deshalb auch in eine besondere Gattung *Oxygraphis* gestellt.[1]) Es gehören in dieselbe noch fünf andere Arten, alle den

[1]) J. Freyn, Die Gattung *Oxygraphis* und ihre Arten, Flora 1887, Nr. 9. Anders als von Freyn wird die Gattung *Oxygraphis* von Prantl umgrenzt: Fruchtschale ohne Hartschicht, bei *Ranunculus* mit Hartschicht; nach Prantl bleibt *R. glacialis* bei der Gattung *Ranunculus*.

Gebirgen Asiens, Nordamerikas und der Arktis angehörig. Unsere Art ist zirkumpolar, in den skandinavischen Hochgebirgen und in der Sierra Nevada Spaniens, den Pyrenäen und den Alpen von der Dauphiné bis Kärnten zu Hause.[1])

Sein bevorzugter Standort ist feuchter Felsschutt hochalpiner ebener Lagen, mit Bevorzugung des Urgebirges, ohne daß er auf Kalk fehlt; er geht aber auch auf sonnige Schutthalden, so z. B. am Weg vom Diavolezzasee zum Diavolezzagletscher, wo er bei ca. 2700 m an steiler, südöstlich exponierter Halde wächst; in 10 cm Tiefe, also rings um die Wurzeln der Pflanze, betrug dort die Temperatur des Bodens am 7. August 1906 ca. 9 h Morgens 16° C. Noch bei 3160 m am Südhang des Munt Pers, Berninagebiet, war die Temperatur der Erde 10° C. in 10 cm Tiefe. Auch in Felsspalten der Gräte und Gipfel wuchert er, erträgt aber die Konkurrenz des geschlossenen Rasens nicht, meidet also auch die Schneetälchen völlig!

Der Gletscherranunkel ist eine ausgesprochen hochalpine Pflanze, die normal bei ca. 2300 m, seltener schon bei 1900 m beginnt (Argentine leg. Wilczek), und im Maximum bis 4275 m vorkommt, als die höchststeigende Blütenpflanze Europas. Lindt berichtet darüber im Jahrbuch des schweizerischen Alpenklubs Bd. VIII, 1872, S. 530: „Am 3. September 1872 (nach einem besonders warmen Sommer) war der sonst unwirtliche Felsenkamm vom Hugi-Sattel bis zum Gipfel des Finsteraarhorns, also von ca. 4000—4275 m mit blühenden Phanerogamen geziert. Es fanden sich *Saxifraga bryoides* und *muscoides*, *Achillea atrata* und besonders zahlreich *Ranunculus glacialis*, welcher in vollkommenen Exemplaren auf dem Gipfel selbst bis 4275 m gepflückt wurde."

Im folgenden Jahr fand Dr. Calberla 6 m unter der Spitze zwischen Felsen ein Exemplar von blühendem *Ranunculus glacialis*, vollkommen gut entwickelt.

Eine besondere Gruppe der „Schuttstauer" machen die polsterbildenden Arten aus, bei denen vom Wurzelhals aus radial nach allen Seiten die streckungsfähigen Triebe gehen, dicht geschaart, und über dem Schutt gedrängte Polster bildend.

Die **Alpen-Gemskresse** (*Hutchinsia alpina* R. Br., Taschenflora Taf. 22 Fig. 3), mit fein verteilten, kressenartig schmeckenden Blättern, mit einer zierlichen Blütentraube leuchtend weißer kleiner Blüten, ist eine schuttstete Besiedlerin des feuchten kalkreichen Feingerölls (selten auf Urgebirge angegeben! Kalkberieselung?). Junge Exemplare bilden einfache Rosetten, bei ältern, tiefer überschütteten, strahlen vom Wurzel-

---

[1]) *Oxygraphis glacialis* Bunge von Altai, Dahurien und Himalaya ist eine ganz andere Art mit gelber Blüte.

hals radial gestreckte, halbholzige, bis 4 mm dicke Triebe aus, die stockwerkartig angeordnete sekundäre Rosetten bilden; so entstehen große, lockere dezimeterbreite Polster. Sie ist alpin-nival: Wallis 2000—3000 m, selten schon bei 1500 m, mit dem Kies der Flüsse bis 470 m herabsteigend; Glarus bis 2560 m, Bünden 2000—2968 m (Monte Braulio), Bayern 1700—2800 m, am Lech bis Augsburg, an der Isar bis Landshut, an der Iller bis Aitrach herabsteigend.

In erbsen- bis kirschgroßen weißen Kügelchen hocken die Zwerggestalten der **kurzstengligen Abart** der **Alpen-Gemskresse** (var. *brevicaulis* [Hoppe] Glaab, Taschenflora Taf. 4 Fig. 8)[1]) auf dem Grund. Sie ist durch verkürzte Blüten- und Fruchttrauben, allmählich in den Nagel verschmälerte Kronblätter und stumpfe Frucht von *alpina* verschieden, aber durch Mittelformen (var. *intermedia* Glaab) mit dem Typus verbunden. Sie zieht tonigen und humusreicheren Boden vor, ist keine Schutt-, sondern eine Ton- und Humuspflanze, also nicht einfach eine kompakte Hochgebirgsform der vorigen. Für Wallis wird sie als kieselstet angegeben, in Puschlav fand sie Brockmann nur auf Kalk und Verrucano, Steiger im Adulagebiet auf „tonigem Boden“, Brunies im Ofengebiet auch auf Kalk und Dolomit; auch ihre Höhenregion ist etwas nach oben verschoben, sie tritt niemals herabgeschwemmt auf (Wallis 2400—3200 m, Bünden 2000—2970 m) und fehlt den äußern Ketten.

Die Gesamtart ist auf die Gebirgsachse von Asturien und den Pyrenäen bis zu den Karpathen beschränkt, mit Vorstoß auf den Apennin.[2]) Die Gattung, die in Europa außer unserer Art noch vorwiegend südliche Formen aufweist, ist im Himalaya und den sibirischen Gebirgen reicher entwickelt.

Zum schönsten Schmuck der kahlen Kalkschutthalden und Kiesflächen gehören die **Alpenmohne**. Christ beschreibt die weißblühende Art: „*Papaver alpinum*, in einsamen Rasen mit fein zerschlitzten graugrünen Blättchen, aus denen sich zahlreich die zarten rauhhaarigen blattlosen und einblütigen Schäfte erheben. Sie tragen zwischen zwei schwarzbehaarten abfälligen Kelchblättern die feingefältelten grünlichweißen Mohnblüten, die stets nicken, und im Grunde die strahligen Narben der Fruchtknoten, umgeben vom dunkelgrünen Büschel der Staubfäden, bergen. Ein starker Moschusduft, mit dem spezifischen

---

[1]) Vergl. Rechinger, K., *Hutchinsia alpina* R. Br. und *H. brevicaulis* Hoppe. Österr. bot. Zeitschr. 41, 1891, S. 372 (mit Tafel). — Glaab, L., Varietäten und Formen von *Hutchinsia alpina* (L.) R. Br. aus der Salzburger Flora. Deutsche bot. Monatsschrift X—XII, 1892—1894, S. 104.

[2]) Schulz gibt sie auch aus Skandinavien an, aber weder bei Hartmann noch bei Nyman findet sich eine derartige Angabe (M. Jerosch).

Mohngeruch (und dem Nelkenduft der Blüten!) gemengt, geht von der höchst ausgezeichneten Pflanzengestalt aus.“

Von der kräftigen, bleibenden Pfahlwurzel aus entspringen zahlreiche gedrängte, aufstrebende Grundachsen, die bis herunter von den bleibenden Scheiden der Laubblätter bedeckt sind; sie endigen in eine stetig weiter wachsende Rosette fein zerteilter grundständiger Blätter, aus deren Achseln die blattlosen einblütigen Schäfte sich erheben. Die dicht gedrängten Blattbüschel bilden ansehnliche polsterförmige Horste. Die aufstrebenden Grundachsen zeigen normal gedrängte Internodien, können sich aber bei Überschüttung erheblich verlängern (an Exemplaren vom Pilatus maß ich Grundachsen von 14 cm Länge). Man findet längs der Grundachse oft bis weit herunter die alten Blütenschäfte erhalten.

Die homogamen Blüten bieten den besuchenden Insekten nur den Pollen der zahlreichen Staubbeutel; Selbstbestäubung findet bei trübem Wetter regelmäßig statt; ob sie aber wirksam ist, bleibt zweifelhaft; kultivierte Exemplare fand Hoffmann selbststeril.

Wir haben vier Rassen des Alpenmohns im weitern Sinne in den Alpen,[1]) zwei breitblättrige und zwei schmalblättrige. Unter den erstern ist die verbreitetste Rasse der **orangegelbe Mohn** (*P. aurantiacum* Loiseleur = *P. pyrenaicum* Heg. u. Heer = *P. rhaeticum* Seringe, Taschenflora Taf. 24, Fig. 7 u. Textfig. 234,1); die Blüten sind frisch goldgelb, werden aber beim Trocknen orange. Er blüht nur ganz vereinzelt weiß und kommt von den Westalpen durch die Zentralketten der Ostschweiz (in der Schweiz nur in Waadt, Wallis und besonders Bünden), Tirols, Steiermarks und in den südlichen Kalkalpen von Tirol und Kärnten bis ins Triglavgebiet vor, ferner auf den Karpathen nach Hayek.[2]) Sehr nahe mit ihm verwandt (von Kerner mit ihm zusammen als *P. pyrenaicum* bezeichnet; er hat 4—7 Narbenstrahlen, *aurantiacum* 7—9!) ist der stets weißblühende **Sendtnersche Mohn** der nördlichen Kalkalpen (*P. Sendtneri* Kerner = *alpinum* Gaudin, Taschenflora Taf. 24 Fig. 6 u. Textfig. 234,2—4), von der Schweiz (Freiburger Alpen, Pilatus, Schwalmis, Urirotstock, Rhaetikon) bis zum Dachstein; häufig z. B. in dem Kalkgeröll unterhalb Hotel Bellevue am Pilatus.

Die feinblättrigen Alpenmohne haben 2—3fach fiederteilige Blätter mit schmallinealen, lanzettlichen, oft fast kahlen Zipfeln. Die weißblühende Form ist der **Alpenmohn** im engern Sinn (*P. alpinum* L.); er hat sein Hauptgebiet in den nordöstlichen Kalkalpen vom Toten Gebirge

[1]) Vergl. Kerner, A., Die Mohne der mittel- und südeuropäischen Hochgebirge. Jahrbuch d. österr. Alpenvereins Bd. 4, 1868. — Ascherson, Bot. Zeitung 1869. — Hayek, A. v., Österr. bot. Zeitschrift 1903, S. 406—413. — Schinz u. Keller, Flora der Schweiz, 2. Aufl., 1905.

[2]) Der kleinblütige gelbe Mohn der Pyrenäen wird von Kerner als *P. suaveolens* abgetrennt. Hayek rechnet ihn zu *aurantiacum*.

(nördl. Aussee) ostwärts (Oberösterreich, Steiermark, Niederösterreich) und ein kleines abgetrenntes in den Westalpen (Savoyen, und von dort aus im Wallis: Grammont, Eifisch). Die gelbblühende Rasse (*P. Kerneri* Hayek = *alpinum* var. *flaviflorum* aut.) geht von den Karawanken bis zur Herzegowina.

Nahe verwandt mit dem orangegelben Mohn (*P. aurantiacum*) ist die einzige nordische, arktische und altaisch-himalayanische Art (*P. nudi-*

Fig. 234.

Die Blätter der Alpenmohne (*Papaver*), etwas verkleinert.

1. *Papaver aurantiacum* Loiseleur, Cambrena-Moräne beim Berninahospiz, 2300 m, leg. C. S.
2—4. „ *Sendtneri* Kerner, Kalkgeröll am Pilatus, leg. J. Jäggi, 2000 m.
5. „ „ Kerner var. *intermedium* Schinz, Pilatus, leg. A. Kölliker.
6. „ *alpinum* L., La Pierreuse am Fuß der Gumfluh, Waadtländeralpen, leg. J. Favrat (1900 m).
7. „ *alpinum* L. Grammont, Wallis.
8. „ *Kerneri* Hayek, Vellacher-Kotschna, Unterkärnten, leg. Krenberger.

(Orig.-Phot. nach Herbarmaterial.)

caule L.). Die Mohne der zentralasiatischen Hochgebirge sind von denen der Alpen sonst weit verschieden. Der Schwerpunkt der Gattung liegt im Süden und Osten, das nordische Areal ist zweifellos abgeleitet. Ob Alpen und Norden beide unabhängig voneinander ihre Mohne aus dem Osten erhielten, oder ob der nordische Mohn schon präglazial dort war und während der Eiszeit in die Alpen wanderte, oder ob umgekehrt der Norden von den Alpen aus besiedelt wurde, ist schwer zu entscheiden. Christ leitet den Alpenmohn vom Altai her, Pampanini ebenso, beide halten also die alpinen Mohne für glaziale Einwanderer, die sich erst nach der Einwanderung in die heutigen Rassen gespalten haben.

Für eine solche glaziale oder postglaziale Entstehung spricht allerdings die geringe Differenzierung der Sippen und die geographische Geschlossenheit der Areale.

Der **Gletschermannsschild** (*Androsace glacialis* Hoppe, Taschenflora Taf. 4 Fig. 4) zaubert auf den toten feuchten Schutt zartrote Gärtchen mit seinen blütenübersäten lockern und flachen Polstern, die bis über Decimeter Breite erreichen. Sie zeigen ein lockeres Gefüge; die Ästchen tragen nur am Ende Blattrosetten, sonst sind sie nackt (ganz verschieden von den festgepackten Polstern des „*Helvetica*-Typus"). Er bewohnt den kalkarmen Gesteinsschutt, im Wallis von 2000—4200 m („Schulter" des Matterhorns), im Berneroberland bis 3274 m (Gaulipaß), in Glarus von 2000—3157 m, in den St. Galleralpen von 2400—2800 m, in Graubünden von 2015—3417 m (Piz Linard), in den bayrischen Alpen ist er nur am Scheibenstein bei 1950 m beobachtet. Der ohnehin enge Blüteneingang ist durch fünf orangegelbe Schlundschuppen, die als Saftmal und Honigschutz figurieren, sehr stark verengert; der Honig wird von der Oberfläche des Fruchtknotens ausgeschieden; da Staubbeutel und Narben gleichzeitig reif sind („homogam"), ist Selbstbestäubung leicht möglich. Die Pflanze ist ein endemisches Produkt der Alpen, von der Dauphiné bis Kärnten; auch aus den Pyrenäen wird sie angegeben.

Ganz ähnliche Natur zeigt der weißblühende **behaarte Mannsschild** (*Androsace pubescens* DC., Taschenflora Taf. 4 Fig. 5), durch die einfachen Haare von dem sternhaarigen Gletschermannsschild verschieden. Er kommt in den Alpen von Savoyen bis zum Großglockner (Wallis 2000—3130 m, St. Galleralpen 2200—2800).

Neben der schuttsteten Gruppe der gegegenblättrigen **Saxifragen** finden sich zahlreiche andere Arten auf dem Schutt, die auch den Fels bewohnen. Es sind vorzugsweise polsterbildende Arten aus der Gruppe der „fingerblättrigen Steinbreche" (*Dactyloides*, hierher *S. aphylla, sedoides, pedemontana, exarata, moschata, muscoides, androsacea* und *Seguieri*); die Polster sind oft halbkuglig, und die Blütenstengel überragen sie weit. Diese Arten bilden eine Reihe von den schuttholderen bis zu den felsholden: am Anfang steht *aphylla*, am Schluß *moschata* und *muscoides*. Von diesen Arten sind nur zwei (*S. moschata* und *exarata*) auch in der Arktis und Sibirien verbreitet, die andern sind alle auf die mitteleuropäischen Gebirge beschränkt und gehören zu den „Charakterpflanzen" der Alpen. Nach ENGLER hat die ganze Untergruppe ihren Ursprung in Südeuropa und sind *exarata* und *moschata* von hier in den Norden eingewandert.

Blütenbiologisch verhalten sie sich verschieden: *aphylla, pedemontana* und *exarata* sind ausgeprägt protandrisch, ohne Möglichkeit der Selbstbestäubung; für *moschata* gibt MÜLLER Protogynie ohne Selbstbestäu-

bung, Günthart Protandrie mit Selbstbestäubung an (sie ist sehr vielgestaltig!), *sedoides* und *muscoides* sind noch nicht untersucht.

Weitaus die häufigste ist die vielgestaltige[1]) *S. moschata* Wulfen, der **duftende**, meist gelbgrün blühende **Steinbrech** (= *S. muscoides* Wulfen = *varians* Sieber, Taschenflora Taf. 17 Fig. 10), die von 1200 bis über 4000 m (Finsteraarhorn) auf allen geologischen Unterlagen die Gebirge von den Pyrenäen bis zum Kaukasus, auch das Riesengebirge und die Karpaten, Arktis und Altai bewohnt.

Der ebenfalls weit verbreitete **gefurchte Steinbrech** (*S. exarata* Villars), mit 3 bis 5-furchigen stark drüsig-klebrigen Blättern von eigenartigem Duft, und meist gelbweißen Blüten, besiedelt von 470—2700 m, selten bis 3600 m mit Vorliebe das Urgebirge, von der Sierra Nevada und den Pyrenäen durch die ganzen Alpen bis Balkan und Kaukasus. Der **blattlose Steinbrech** (*S. aphylla* Sternberg = *stenopetala* Gaudin, Taschenflora Taf. 17, Fig. 13), an den schmalen fadenförmigen Kronblättern leicht zu kennen, besiedelt mit den lockersten und streckungsfähigsten Polstern der ganzen Gruppe das Kalkgeröll von der Urschweiz (östlich der Reuß, auch östliche Teile des Berneroberlandes) bis Niederösterreich und Kärnten 2300—3000 m. Der **moosartige Steinbrech** (*Saxifraga muscoides* Allioni = *planifolia* Lapeyrouse, Taschenflora Taf. 17 Fig. 12), ausgezeichnet durch ungeteilte, nach dem Absterben vorne graulich schimmernde Blättchen und gelblichweiße bis zitronengelbe große Blüten, bildet dichtere Polster aus dachziegelig beblätterten Stämmchen und wächst auf Schutt und Fels von 2000—4200 m (Matterhorn) bis Kärnten, vorwiegend die südlichen Alpenketten besiedelnd.

Beschränktere Verbreitung hat der **fetthenneähnliche Steinbrech** (*S. sedoides* L.), der auf Kalk in den Ostpyrenäen, Abruzzen und Ostalpen vorkommt (besonders in den Dolomiten). Der **piemonteser Steinbrech** (*S. pedemontana* Allioni) ist auf die See-, penninischen und Savoyeralpen beschränkt (abgeleitete Rassen auf Sardinien und Korsika [var. *cervicornis* Engler] und in den siebenbürgischen Karpathen, im Banat, Thracien und Mazedonien).

Als gelegentliche Beimischungen des Schneetälchenrasens, namentlich in seinen etwas trocknern Varianten, sind zwei humusliebende Steinbrecharten zu erwähnen, die vom benachbarten Kurvuletum oder bewässerten Sand herüberwandern. Es sind der **mannsschildähnliche** und **Seguiers Steinbrech** (*Saxifraga androsacea* L. und *Seguieri* Sprengel,

---

[1]) Engler unterscheidet: *f. vulgaris*, wenig drüsig, *f. glandulosa*, reich drüsig, *f. compacta*, mit dichten Polstern (bis 60 cm im Durchmesser haltend bei 2600 m in Thäli, Avers) und kurzen einblütigen Stielen, var. *pygmaea* ebenso, mit ungeteilten Blättern. var. *atropurpurea* Sternb. mit dunkelpurpurnen Blüten, var. *crocea* mit safrangelben Blüten, *f. laxa*, Schattenform mit lockeren Rasen.

Taschenflora Taf. 17 Fig. 14 u. 13), die in kleinen Rasen oft truppweise gemischt auftreten; sie bilden einen fruchtbaren Bastard, der durch Rückkreuzungen gleitende Reihen bildet (Guggernüll und Thäli im Avers, Val Corno im Tessin, Butztal am Bärenhorn im Rheinwald). *Seguieri* ist kalkmeidend und hochalpin-nival (2200—3130 m), *androsacea* indifferent und steigt bis gegen die Buchenregion herab. Nach Engler sind beide Arten Erzeugnisse der Alpen; *Seguieri* in ihrer Verbreitung auf diese beschränkt, *androsacea* auch in den Pyrenäen, Karpathen, Ural, Altai, Arktis, von den Alpen eingewandert.

Aus der Untergruppe der dickblättrigen Steinbreche („*Trachyphyllum*") stammt der **rauhe Steinbrech** (*Saxifraga aspera* L., Pyrenäen bis Ostalpen und Banat, montan und subalpin, Taschenflora Taf. 17 Fig. 5), der in seiner kompakten, polsterbildenden moosähnlichen Abart (var. *bryoides* L.) zu den höchststeigenden Schutt- und Gratpflanzen gehört (von 2000—4000 m, Finsteraarhorn), aber auch den Humusboden des Kurvuletums nicht scheut.

§ 3. Die Felsflora.

Bei weitem nicht alles, was auf Felsen wächst, gehört zur Felsflora; wir haben schon früher betont, daß fast jede Pflanze gelegentlich den Fels besiedeln kann. Wir definieren mit Oettli als Felsenpflanze „alle diejenigen auf Felswänden oder Blöcken wachsenden Pflanzen, welche imstande sind, als erste unter ihresgleichen den Fels dauernd zu besiedeln und in Verbreitung oder Bau eine mehr oder weniger ausgeprägte Abhängigkeit vom Fels als Unterlage erkennen lassen".

Wir unterscheiden (mit Oettli):

1. Steinpflanzen (nackten Fels besiedelnd).
   a) Felshafter (s. oben) = Steinalgen;
   b) Felswurzler (s. oben) = Steinflechten.
2. Detritus-Pflanzen (Chomophyten).
   a) Oberflächenpflanzen: auf oberflächlichem Detritus wurzelnd.
   b) Spaltenpflanzen: in Spalten-Detritus wurzelnd.

§§ 1. Felszerstörende Spaltpilze.

Unter den Mikroben gibt es eine merkwürdige, von Winogradsky entdeckte Gruppe, die „Salpeterbakterien" oder Nitromonaden. Sie sind imstande, das Ammoniak zu salpetriger und Salpetersäure zu verbrennen, auf diese Weise ihre Lebensenergie gewinnend; ihren Bedarf an Kohlenstoff können sie, obwohl sie kein Chlorophyll besitzen, aus anorganischem Material decken, nämlich aus den in der Erde enthaltenen kohlensaurem Mineralien, welche dabei zerstört werden. „Der berühmte

französische Agrikulturchemiker A. Müntz hat nun gezeigt, daß diese kleinsten Organismen in den verschiedensten Gesteinen der Hochgebirgsregion, gleichgültig ob kalkiger oder schiefriger Natur, ganz regelmäßig anzutreffen sind und zwar keineswegs bloß an der äußern Oberfläche und in Berührung mit einer merkbaren Humusschicht, sondern selbst in dem nackten Felsen und in den Eisregionen, ihren Bedarf an organischen Stoffen und an Stickstoff aus den kleinen Mengen deckend, welche das Regenwasser davon zur Verfügung stellt. Metertief konnten in den Spalten und in dem mürben angrenzenden Gestein die salpeterbildenden niederen Organismen nachgewiesen werden, und man darf ihnen daher wohl mit Recht einen bedeutenden Teil des daselbst statthabenden Verwitterungsprozesses und die Vorbereitung der ehedem rein mineralischen Grundlage für anspruchsvollere Wesen zuschreiben". (Adolf Meyer, Agrikulturchemie, Bd. II, 1, S. 62, 5. Aufl. 1901).

§§ 2. **Steinalgen.**

Die nackte, den Atmosphärilien ausgesetzte Oberfläche des Felsens ist allermeist rauh, angewittert, mit kleinen Schüppchen und Detrituspartikelchen bepudert.[1])

Besonders das Gefrieren und Auftauen sprengt kleinste Oberflächenteile als Staub ab. In diesem Oberflächenpulver, das von Regen und Tau, sowie von herabrieselndem Bodenwasser gelegentlich oder ständig befeuchtet wird, nisten sich mikroskopische Vertreter der feuchtigkeitsliebenden Gruppe der Algen ein. Es sind großenteils mit Gallerthüllen versehene Spaltalgen; die wasserspeichernde Schleimhülle ist ein Schutzmittel gegen Austrocknung. Wo sie dunkel gefärbt sind, bezeichnen sie als die bekannten „Tintenstriche" an senkrechten Felswänden die Bahnen der Wasseradern, auf Kalk wie auf Urgebirge, im großen wie im kleinen.[2]) Es sind Arten der Gattungen *Gloeocapsa*, *Stigonema* u. a. So z. B. wurde *Gloeocapsa opaca* Naegeli an feuchten Gneisfelsen in den Schoellenen von C. Cramer nachgewiesen.

Von den Kalkfelswänden der Churfirsten und Sentiskette sagt Oettli: „Über 40° geneigte spaltenlose und glatte Felsflächen sind scheinbar völlig unbesiedelt. Beim Anschlagen mit dem Hammer entsteht aber allenthalben, auch auf dem allerkahlsten Fels... ein lebhaft chlorophyllgrüner Fleck, was darauf schließen läßt, daß das, was wir Felsoberfläche nennen, nicht Gestein ist, sondern ein feiner Kryptogamenüberzug."[3]) Die bläuliche Färbung der Kalkwände der Scheihenfluh in Rhaetikon fand ich durch eine *Gloeocapsa*-Art bedingt.

---

[1]) Eine Ausnahme machen nur die glatt polierten Flächen der vom Gletscher geschliffenen Rundhöcker mancher Gesteine, z. B. des Granits (Haslital), die nach Jahrtausenden noch fast ganz unverändert sein können.

[2]) Die „schwarzen Felsen" in Angola sind nach den sie färbenden Algen benannt; die kegelförmigen Gipfel bei Rio de Janeiro werden durch eine kleine Alge braun gefärbt. Die Algen *Trentepohlia iolithus* und *aurea* färben die Felsen rot und gelb (Warming).

[3]) Es wäre eine lohnende Aufgabe für einen Algologen, einmal speziell diesen felsbewohnenden Algen und ihrer Ökologie nachzugehen. Selbstverständlich können hier auch Flechten beteiligt sein.

Bachmann (Pringsheims Jahrbücher Bd. 44 S. 10, 1907) hat innerhalb der Glimmerkristalle feuchter Granitwände Kieselalgen (Diatomeen) gefunden, die sich anscheinend sogar im Innern der Kristalle, zwischen den Spaltungsblättchen derselben, vermehren. „Zuweilen leben Algen aus verschiedenen Abteilungen des Systems dicht beieinander in demselben Kristall; am auffallendsten ist dies bei der *Lithoicea chlorotica*, einer Wasserflechte. In den von ihr überzogenen Glimmerkristallen treten kugel- und fadenförmige, verzweigte und einfache, freudig- und blaugrüne Algen auf, alle außer Berührung mit den Flechtenhyphen und allesamt anderen Arten und Gattungen angehörig als die im Thallus befindlichen flechtenbildende Gonidie." (Bachmann l. c.)

Zweifellos tragen diese Algen zur Verwitterung der Felsen bei. Es ist allerdings bis jetzt bei denselben nicht näher untersucht, ob sie das Gestein anätzen und in dasselbe aktiv eindringen, doch ist das sehr wahrscheinlich. Wir kennen eine ganze Anzahl von „perforierenden Algen" aus verschiedenen Familien, welche imstande sind, Muschelschalen und Kalkfels anzufressen.[1])

§§ 3. **Steinflechten.**[2])

Diese genügsamsten, verbreitungsfähigsten und resistentesten aller pflanzlichen Organismen sind die allgemeinsten Pioniere des Lebens auf dem nackten Gestein, von der Ebene bis zu den höchsten schneefrei werdenden Felsen der Gebirge.[3])

Es ist ein wunderbares Kapitel aus dem Kampf des organischen Kleinlebens mit den feindlichen Mächten des Hochgebirges, das uns in diesen bunten Krusten auf den höchsten Felszinnen entgegentritt. Mit lebendigen Farben bemalen sie das tote Gestein, besonders der Urgebirgsgipfel, und erregen als letzte Vorposten des organischen Lebens unser warmes Interesse. Schon ihr

---

[1]) Vgl. Oltmanns, Morphologie und Biologie der Algen Bd. 2, Jena 1905, S. 313 und die dort angegebene Spezialliteratur.

[2]) Siehe besonders Beckmann, Paul, Untersuchungen über die Verbreitungsmittel der gesteinbewohnenden Flechten im Hochgebirge mit Beziehung zu ihrem Thallusbau. Botan. Jahrbücher von Engler, Beiblatt 2, Bd. 38 (1907) und die dort zitierte reiche Literatur. Auch bei diesem Kapitel hatte ich mich der freundlichen Beihilfe des Herrn Dr. Zahlbruckner zu erfreuen.

[3]) Auf dem Gipfel des Mont Blanc, 4810 m, fand Saussure noch zwei Krustenflechten (*Lecidea confluens* Ach. und *Parmelia polytropa* [Ehrh.] Schaerer), auf der Spitze des Monte Rosa (4638 m) konstatierten die Gebr. Schlagintweit noch: *Toninia conglomerata* (Ach.) Zahlbr., *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. in zwei Abarten und unbestimmbare Spuren einer *Parmelia* und einer *Umbilicaria*; Prof. Abeljanz brachte 1895 von ebenda noch *Lecanora concolor* Ram. var. *angustata* (Ach.) Nyl., mit einer parasitischen Flechte (*Buellia leptolepis* Bagl. et Car.). Verfasser konstatierte am gleichen Tage bei 4354 m am Gipfelgrat des Monte Rosa folgende, von Müller-Argoviensis bestimmte Flechten: *Alectoria jubata* Ach. var. *depressula* Müll.-Arg., *Parmelia minuscula* Nyl., *Gyrophora anthracina* (Wulf.) Krb., *Lecanora* (*Placodium*) *concolor* (Ram.) L. var. *angusta* Arnold (Nyl.), *Caloplaca* (sect. *Gasparrinia*) *murorum* var. *pulvinata* (Mass.) A. Zahlbr., *Lecidea platycarpa* f. *steriza* Ach., *Lecidea tephrodes* Müll., *Rhizocarpon Oederi* (Web.) Krbr. Auf dem Gipfel der Jungfrau fand Agassiz bei 4167 m: *Toninia conglomerata* (Ach.) A. Zahlbr., *Lecidea platycarpa* f.

Zustandekommen ist höchst merkwürdig: diese in so konstanten eigenartigen Formen uns entgegentretenden Lebewesen sind zusammengesetzter Natur: sie bestehen aus einer grünen assmilierenden Alge und einem dieselbe umhüllenden und von ihr ernährten Pilz, der sie aber auch beschützt und mit Eiweißstoffen (Pepton) versieht, eine Ernäherungsgenossenschaft bildend, die übrigens alle Abstufungen vom reinen Parasitismus durch das „Helotentum“ zu voller Gegenseitigkeit zeigt. Man bedenke: Algen, die Kinder des Wassers, und Pilze, die Erzeugnisse der Feuchtigkeit und Dunkelheit, treten zusammen zu einem Doppelwesen, das in der grellen Alpensonne an kahler Felswand der gewaltigen Verdunstung preisgegeben ist! Es ist also hier durch die Vereinigung ein neuer Organismus mit ganz neuen Eigenschaften entstanden, von weitgehendster Anpassungsfähigkeit. Die meisten Steinflechten gehören zu den Krustenflechten, deren „Thallus“ (so nennt man ihren Vegetationskörper) der Unterlage innig angeschmiegt ist.

Diese Flechten können Temperaturen von 55°, nach Jumelle sogar 60° ohne Schaden ertragen; sie können austrocknen, daß man sie zu Pulver zerreiben kann: wieder befeuchtet, leben sie ungeschädigt wieder auf und setzen das außerordentlich langsame aber unaufhaltsame zentripetale Wachstum ihrer Thalluskrusten fort. Die dünne Schicht, welche die grünen Algen enthält, wird an diesen exponierten Hochgebirgsformen durch eine besonders stark entwickelte Rindenschicht aus Pilzzellen vor dem zu intensiven Licht geschützt. Vielleicht haben auch die Färbungen dieser Rinde eine schützende Wirkung.

Wie siedelt sich die Flechte auf den Hochgipfeln an? Da immer zwei Organismen zusammentreffen müssen, um eine Flechte zu bilden, ist die Sache nicht so ganz einfach.

Die Bildung verbreitungsfähiger Keime erfolgt bei den Flechten auf vielerlei Weise:

---

steriza Ach., *Caloplaca* (sect. *Gasparrinia*) *elegans* (Link) Th. Fr. und *miniata* Schaer., *Gyrophora reticulata* (Schaer.) Th. Fr., *Umbilicaria virginis* Schaer. [„*Umbilicaria virginis* Schaerer ist eine ungeklärte *Gyrophora*, welche Stitzenberger verschweigt“ (Zahlbruckner, briefl.)]. Bei der Vincenthütte am Monte Rosa zwischen 3007 und 3185 m fanden die Gebr. Schlagintweit noch 19 Flechtenarten (neben 47 Blütenpflanzen und 10 Moosen). Vom Gipfel des Finsteraarhorn, 4275 m, brachte Calberla mit: *Parmelia lanata* (L.) Nyl., *Lecanora polytropa* (Ehrh.) Schaerer und var. *alpigena* Schaerer, *Lecidea enteroleuca* Ach. — Auf dem Gipfel der Kreuzspitze in Tirol fand Arnold bei 3454 m noch 35 Arten von Flechten. — Müller nennt 41 Arten, welche im Wallis noch über 3000 m vorkommen, Krempelhuber zählt 35 Arten über 3125 m auf, und Arnold schätzt die Lichenenflora der höchsten Alpengipfel über 3400 m auf mindestens 100 verschiedene Arten. — Literatur über Gipfelflechten: Schlagintweit, Neue Untersuchungen usw. 1854, J. B. Müller-Argoviensis, Bulletin d. l. société Murithiene 1881 und 1882, Müller-Argoviensis, Flora 1875, S. 59, Krempelhuber, Lichenen Bayerns S. 44, Arnold, Lichenologische Ausflüge in Tirol, Verh. d. zool. bot. Ges. Wien 1868—1897 (diese Aufsätze enthalten eine große Zahl trefflicher Beobachtungen über die Beziehungen der Flechten zu ihrem Substrat). — Vallot, Guide du lichénologue an Montblanc 1850. — Maheu, J., Les Lichens des hauts sommets de la Tarentaise (Savoie); Bull. soc. bot. de France. 4. série, tome VII, 1907, pag. 232. Der Verfasser gibt u. a. eine Liste von 16 Arten und Varietäten, die er über 3500 m Meereshöhe in den Alpen und Pyrenäen nachwies. Er betont ausdrücklich, daß er die Sporenfrüchte stets normal gefunden hat.

1. Der Flechtenpilz bildet für sich allein seine Fortpflanzungszellen aus, nämlich Schlauchsporen (*Ascosporen*) oder Staubsporen (*Pycnoconidien*), sehr kleine, austrocknungs- und flugfähige Zellen. Damit dieselben eine neue Flechte bilden können, ist es nötig, daß sie zufällig mit einer passenden Alge zusammentreffen. Die symbiontische Alge fast aller Hochgebirgsflechten ist eine einzellige Palmellacee (*Cystococcus humicola* Naegeli).[1] Sie muß eine fast absolut allgemeine Verbreitung haben, denn gerade die weitest verbreiteten Steinflechten, wie z. B. die Landkartenflechte, können nach den bisherigen Beobachtungen nur auf diesem Wege sich verbreiten, d. h. durch zufälliges Zusammentreffen ihrer Schlauchsporen mit den Algenzellen. Es wäre sehr interessant, durch Untersuchung möglichst reichen Materials zu konstatieren, ob in der oberflächlichen Staubhülle der Felsen der Hochgebirgsregion diese flechtenbildende Luftalge wirklich so verbreitet ist.[2] Sie ist nach den Untersuchungen von Schroeder ungemein lebenszäh; lufttrockene Exemplare blieben 16 Wochen lang lebend.

2. In manchen Fällen wirft die Flechte mit den Schlauchsporen gleichzeitig einige ihrer grünen Algenzellen aus („*Hymenialgonidien*"); dann findet die keimende Flechtenpilzspore gleich ihren Symbionten vor. Für steinbewohnende Hochgebirgsflechten ist dieser Modus bis jetzt nicht bekannt.

3. Eine dritte Vermehrungsart ist die Abgliederung von staubförmigen Stückchen des Vegetationskörpers („*Soredien*"), welche also schon Alge und Pilz enthalten und gleichsam junge Pflänzchen darstellen. Diese Keime finden sich besonders bei den Strauch- und Laubflechten und scheinen das wichtigste Mittel zur Erhaltung der Art, während gerade die hochgebirgsbewohnenden Krustenflechten dasselbe entbehren.

4. Beckmann (l. c.) vermutet, daß manche dieser Krustenflechten (Lecanoreen und Lecideen) dafür ein anderes vegetatives Vermehrungsmittel besitzen, nämlich kleine flache sich loslösende Stücke des Thallus. Man findet nämlich häufig mitten in der Kruste einzelne „Areolen" ausgebrochen. Doch liegen positive Beobachtungen über Neuerzeugung eines Thallus durch solche „Areolen" bis jetzt nicht vor.

Die Steinflechten dringen in verschiedener Weise in ihre harte Unterlage ein. Der „Thallus", d. h. der ausgebreitete Vegetationskörper, liegt bei den „epilithischen", den oberflächlichen Flechten auf dem Stein, und in den Stein dringen nur einzelne „Rhizinen", d. h. wurzelähnliche Pilzfäden, ein. Diese sind imstande, den härtesten Fels aufzulösen, z. B. reinen Granit, sogar in Glas einzudringen. Alle Urgebirgsflechten besitzen einen solchen oberflächlichen Thallus.[3] Bei den „endolithischen", den steindurchsetzenden Flechten dagegen,

---

[1]) Nach den neuesten Untersuchungen Hedlunds (Festschrift für Kjellman 1907) ist die Flechtenalge von dem freilebenden *Cystococcus* verschieden. Er nennt sie vorläufig *Xanthoria*-Alge.

[2]) Avis an die Gipfelkletterer! Etwas abgeschabtes Material von den Gipfelfelsen, in einer kleinen flachen Papierdüte aufbewahrt, ist dem Verfasser sehr willkommen.

[3]) Nach neueren Untersuchungen von Bachmann (Die Rhizoïdenzone granitbewohnender Flechten, Pringsheims Jahrbücher Bd. 44 Heft 1, 1907) dringen die Rhizoïden im Granit namentlich in die Glimmerkristalle auf deren Spaltungsflächen ein, sie chemisch auflösend und mechanisch aufblätternd. Andere Silikate scheinen für die Flechtenhyphen chemisch nicht angreifbar, sondern werden nur auf schon vorhandenen Haarspalten durchwachsen.

die bis jetzt nur auf Kalk beobachtet wurden, wächst der Thallus in den Fels hinein und steckt vollständig im Fels bis zu einer Tiefe von 10—20 mm! Nur die Früchte treten an die Oberfläche. Auf Dünnchliffen durch solche Kalkflechten beobachtete BACHMANN, daß die Pilzhyphen förmliche Löcher in den Kalk fressen, in welche ganze Hyphenknäuel mit Algenzellen eingebettet sind. Wahrscheinlich sondert auch hier der Pilz eine Säure aus, welche den Stein zu lösen imstande ist, doch ist darüber nichts Näheres bekannt. So werden ganze Kalkwände von den Flechtenpilzen zentimetertiefe durchfressen. Welch mächtige Förderung der Verwitterung das bedeutet, ist einleuchtend. Es wird auf diese Weise aus dem zerbröckelnden Kalkstein und den humusbildenden Resten der Flechten eine dünne Erdschicht[1]) geschaffen, in welcher Moose und später, auf diesen keimend, auch höhere Pflanzen sich ansiedeln können.

Da die Steinflechten mit dem unveränderten Fels in engste Verbindung treten, und sie vielfach sehr scharf an bestimmte Felsarten gebunden sind, so können wir eine große Zahl von Arten als Kalk- oder Kieselflechten bezeichnen.[2])

Die peripherisch ausstrahlenden Fäden sind die blauschwarz gefärbten Pilzfäden des „Protothallus“ oder „Vorlagers“; sie wachsen weiter und suchen auf dem Gestein nach Algen. Im Zentrum hat sich aus schon umsponnenen Algen und dem Flechtenpilz eine erste grüngelbe „Areole“ des Thallus gebildet; viele solcher „Areolen“, welche zusammenstoßen, bilden schließlich den ganzen grüngelben Thallus.
(Nach P. BECKMANN.)

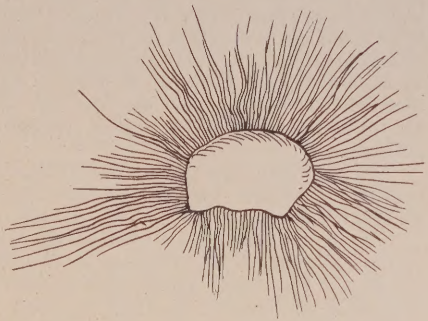


Fig. 235.
Erster Thallusanflug der Landkartenflechte.
(*Rhizocarpon geographicum* (L.) DC., $^{500}/_{1}$.)

Unter den Kieselflechten, also den Besiedlern kalkarmen Substrates, ist die verbreitetste die kosmopolitische Landkartenflechte (*Rhizocarpon geopraphicum* (L.) DC. = *Lecidea geographica* Schaerer). Ihre Thalluskruste ist dem Gestein dicht angeschmiegt; sie ist grünlichgelb gefärbt, von zahllosen schwarzen

[1]) Auf dem Gipfel des Großglockner bei 3955 m sammelten in einer kleinen Vertiefung im Chloritschiefer die Gebrüder SCHLAGINTWEIT Erde, welche 9,7 % Humus enthielt. Die einzige Vegetation waren Flechten. Der Humus stammt freilich nicht allein von diesen, sondern auch aus angeflogenen organischen Staubteilchen. Hat doch EHRENBERG aus Höhen von 3559 m bis 4638 m (Gipfel des Monte Rosa) in Moosräschen, Flechtenkrusten und Erde 96 verschiedene mikroskopische Organismen konstatiert, darunter 46 Diatomeen (siehe SCHLAGINTWEIT, Untersuchungen auf den Alpen).

[2]) Vgl. besonders A. ZAHLBRUCKNER, Die Abhängigkeit der felsenbewohnenden Flechten von ihrer Unterlage. Mitteilungen der Sektion für Naturkunde des österreichischen Touristenklubs, Jahrg. II S. 81, Wien 1890.

Linien gefeldert wie eine Landkarte, und die tintenschwarzen kreisrunden Sporenfrüchte bezeichnen gleichsam die Städte und Dörfer auf der Karte. Die gelbe Färbung rührt von der Usninsäure her, welche mit körnigen Inkrustationen die Oberfläche bedeckt. Diese Flechte bildet sich folgendermaßen: Aus den keimenden Schlauchsporen des Pilzes entsteht zunächst ein schwarzes Pilzgeflecht („Protothallus"), das radial nach allen Seiten auf dem Substrat weiterkriecht, nach Algen suchend. Hat es solche gefunden, so entsteht ein Stück Flechtenthallus, eine „Areole", die sich bald gelb färbt (Fig. 235). Zahlreiche solcher Areolen, die auf dem schwarzen Pilzlager entstehen, fließen schließlich zur Thalluskruste zusammen. Der dunkle Rand derselben und die schwarzen Trennungslinien der Areolen entsprechen dem Protothallus. Die Flechte überzieht im Urgebirge oft weite Flächen, und ihre grünlichgelbe Färbung ist ein Charakterzug der Gebirgslandschaften silikatreicher Unterlagen.[1]) Ihre Verbreitung ist eine montan-nivale; sie steigt bis zu den höchsten Gipfeln (Monte Rosa 4638 m, Jungfrau bis 4100 m, Schreckhorn 4080 m) und ist kieselstet. Oft trägt mitten im Kalkgebiet ein erratischer Urgebirgsblock sein gelbes „Kainszeichen" an der Silicatstirn und kalkarme Schichten zwischen kalkreicheren verraten sich dem Geologen schon von weitem durch ihren gelben Flechtenanflug: so der Gault in der Kreide, der Taviglianas-Sandstein im Eocän. Vogler hat am Albula, wo Kalk- und Urgebirgsblöcke durcheinanderliegen, diese Verhältnisse näher verfolgt. Er fand die Landkartenflechte auffallenderweise auch auf Dolomitfels, aber das war nur eine scheinbare Ausnahme, denn die betreffenden Stellen des Felsens erwiesen sich als kalkfrei, der Kalk war ausgelaugt.[2])

In Schweden fand Malme den Thallus von *Rhizocarpon* oft durch eine parasitische Flechte *Lecanora atriseda* (Fr.) Nyl. teilweise zerstört. Dieser Parasit scheint absolut an die Geographieflechte gebunden zu sein.

Auch die Tintenflechte (*Rhizocarpon* [*Catocarpus*] *badioatrum* [Flke.] Th. Fr.) ist kalkfeindlich; sie überzieht oft in großen Flecken das Gestein, als ob ein Gigant ein Riesentintenfaß zerschmettert hätte: so besonders schön auf kristallinischem Schiefer am Hang unterhalb der Diavolezza gegen den Persgletscher im Berninagebiet.

Mit über fußgroßen gelbgrünen, tief-rissigen Krusten, auf denen rote Schlauchfrüchte sitzen, überzieht *Haematomma venosum* (L.) Mass. kalkarme Felsen des Hochgebirges. *Dimelaena oreïna* (Ach.) Krbr. „ist eine typische Hochgebirgsflechte und bevorzugt steile glatte Granitwände, an denen sie ihre grüngelben fächerförmig wachsenden Thalli entwickelt. — „Ich habe die Art vornehmlich am Schafberg bei Pontresina gesammelt, wo sie an den nach Süd-

---

[1]) Es ist eine der wenigen Steinflechten, welche dem Bergbewohner auffallen und von ihm benannt werden. Sie heißt im Riesengebirge „Schwefelmoos".

[2]) Dr. A. Zahlbruckner schreibt mir: „*Rh. geogr.* kommt ausnahmsweise auf Kalk vor. Dann wird der Thallus blaß, oft ganz weiß und selbst der Geübte kann dann in die Lage kommen, diese sonst so auffallende Art zu verkennen. In den letzten Jahren erhielt ich mehrfach Exemplare aus Dalmatien, welche *Rh. geogr.* auf Kalk darstellen. Allerdings hat eine genauere Untersuchung ein ganz interessantes Resultat ergeben: auf allen dalmatinischen Exemplaren handelt es sich um Hornsteineinschlüsse! Die Flechte sitzt nun entweder auf diesen Einschlüssen selbst oder auf dem Kalk über den Einschlüssen. Im letzteren Fall ist die Kalkschicht nicht sehr dick, aber doch deutlich entwickelt."

westen abfallenden Granitwänden, die bisweilen einer Berieselung ausgesetzt sind, äußerst üppig wuchs und infolge ihrer schönen Thallusformen einen herrlichen Anblick bot." (BECKMANN l. c.).

Außer dieser mögen noch folgende Arten als Kieselflechten der Alpen genannt werden (nach freundl. schriftl. Mitteilung von Dr. A. ZAHLBRUCKNER):

Staurothele clopima (Wahlbg.) Th. Fr. *Rhizocarpon* (sect. *Eurhizocarpon*) *alpicolum* (Schaer.) A. Zahlbr., *lavatum* (Ach.) Arn. *Lecidea* (sect. *Eulecidea*) *armeniaca* (DC.) E. Fr., *aglaea* Somrft., *lithophila* (Ach.) Nyl., *polycarpa* Flk., *tenebrosa* Fw., *speirea* Ach., *contigua* Fr., *confluens* (Web.) Körb., *lactea* Flk., *silicea* Ach., *lapicida* Ach. (Syn. L. *declinans* Nyl.), *promiscens* Nyl., *albocoerulescens* (Wulf.) Schaer.; *L.* (sect. *Biatora*) *lucida* Ach. *Gyrophora cirrosa* (Hoffm). Wainio, *G. cinerascens* (Ach.) Arn., *G. reticulata* (Schaer.) Nyl., *G. vellerea* (L.) Ach., *G. cylindrica* (L.) Ach., *G. flocculosa* (Wulf.) Kirb., *G. polyphylla* (L.) Ach., (alle *Gyrophoren* sind kieselhold!). *Ephebe lanata* (L.) Wainio. *Lecanora* (sect. *Eulecanora*) *atra* (Huds.) Ach., *atrynea* (Ach.) Nyl., *badia* (Pers.) Ach., *polytropa* (Ehrh.) Schaer., *intricata* (Schrad.) Ach., *sulphurea* Ach.; *L.* (sect. *Placodium*) *alphoplaca* (Wahlbg.) Ach., *concolor* Ram., *chrysoleuca* (Sm.) Ach.; *L.* (sect. *Aspicilia*) *cinerea* (L.) Nyl., *alpina* Somrft., *glacialis* (Arn.) A. Zahlbr. (= *L. adunans* Nyl., *cinereorufescens* (Ach.) Nyl. *Biatorella* (sect. *Sporastatia*) *testudinea* (Ach.) Mass. *Aurospora chlorophana* (Wahlbg.) Mass. *Parmelia sorediata* (Ach.) Th. Fr., *P. stygia* (L.) Ach., *P. pubescens* (L.) Wainio, *P. alpicola* Th. Fr., *P. encausta* (Sm.) Ach. *Caloplaca* (sect. *Gasparrinia*) *elegans* (Link) Th. Fr. *Rinodina* (sect. *Dimelaena*) *Mougeotioides* (Nyl.) A. Zahlbr.

Als Kalkflechten sind zu bezeichnen (nach ZAHLBRUCKNER): *Verrucaria* (sect. *Euverrucaria*) *calciseda* DC., *coerulea* DC., *marmorea* (Scop.) Schaer.; *V.* (sect. *Amphoridium*) *Hochstetteri* E. Fr., *dolomitica* Mass. *Thelidium pyrenophorum* (Ach.) Th. Fr., *Th. populare* (Fr.) Arn. *Arthopyrenia* (sect. *Acrocordia*) *conoidea* (Fr.) A. Zahlbr. *Encephalographa cerebrina* (Ram.) Mass. *Lecidea* (sect. *Eulecidea*) *emergens* Fw., *coerulea* Krph., *petrosa* Arn., *jurana* Schaer., *rhaetica* Hepp., *immersa* (Web.) Ach.; *L.* (sect. *Biatora*) *rupestris* (Scop.) Ach. mit ihren Varietäten, besondere *calva* (Dicks) Th. Fr. und *incrustans* (DC.) Th. Fr. *Rhizocarpon calcareum* (Weis) Th. Fr. *Pterygium subradiatum* Ngl. *Lecanora* (sect. *Aspicilia*) *calcarea* (L.) Somrft., *coerulea* (DC.) Nyl. und f. *Cantiana* Gar. (Nyl.); *L.* (sect. *Placodium*) *Lamarckii* (DC.) Schaer., *Reuteri* Schaer. *Caloplaca* (sect. *Pyrenodesmia*) *chalybaea* (Duf.) Th. Fr.

§§ 4. **Steinmoose.**

Es scheint, daß bis jetzt kein Fall nachgewiesen ist, wo Moosrhizoiden nach Analogie der gesteinsfressenden Flechtenhyphen direkt in das Gestein eindringen. PFEFFER (Bryogeogr. Studien) sagt von den auf Gesteinen lebenden Moosen: „Eigentlich leben die meisten dieser Moose auf Detritus, welcher aber in so geringer Menge vorhanden ist, daß sie den Felsarten unmittelbar aufzusitzen scheinen." Und mein Freund AMANN schreibt mir: „Ich habe niemals beobachtet, daß ein Moos unmittelbar auf dem Fels wuchs, und seine Rhizoiden in denselben eingrub. . . Dagegen sieht man häufig, daß Moose, welche auf schiefrigem Felsen wachsen, ihre Rhizoiden in die Schichtklüfte und Spalten bis zu beträchtlicher Tiefe eindringen lassen. Ich besitze in meinem Herbar Exemplare von *Dicranum fulvellum*, deren Rhizoiden zwischen den Schichten eines schieferigen Gesteins bis 20 cm tief eingedrungen sind."

Und MÖLENDO sagt in seinen „Moosstudien aus den Allgäuer Alpen" S. 155: „Obwohl die meisten Arten (es handelt sich um die Moose der Allgäuer Kalk-

gesteine) an die scheinbar unzersetzte Oberfläche der Gesteine wie angeklebt erscheinen, bewohnen sie doch ebenso oft eigentlich die in den Unebenheiten der Gesteinsfläche vorhandenen, wenngleich oft höchst kärglichen Detritus-Ansammlungen; was auch für die Moose der anderen Gesteinsarten gilt."

Die Frage scheint nie eingehend verfolgt worden zu sein. Bis auf weiteres wären also die Steinmoose den Oberflächen- und Spaltenpflanzen einzureihen. Sie tragen zur Ansammlung von Erde und Humus sehr erheblich bei, da sie in ihren dichten Rasen die durchgeblasene Luft gleichsam filtrieren; auch ein reiches Tierleben siedelt sich in den Moosräschen an. So fand Ehrenberg[1]) in einem Moosrasen von *Trichostomum* am Weistorpaß (Monterosagebiet, bei 3618 m) Hunderte von Bärentierchen, Rädertieren und Aelchen[2]); auch zahlreiche zum Teil lebende *Diatomeen* und *Arcellen*, ferner fast regelmäßig Fichtenpollen, und einigemal auch Samen von Blütenpflanzen waren in den zahlreichen von Ehrenberg untersuchten Proben aus der Schneeregion enthalten. So wird jedes Moosräschen gleichsam zu einer Insel voll organischen Lebens inmitten des toten Gesteinsozeans der unwirtlichen Höhen. — Häufig werden diese absterbenden Moose von Flechten überwuchert. Die Moosrasen bilden auch für viele felsbewohnende Blütenpflanzen ein günstiges Keimbett. Nach Oettlis Beobachtungen an den Kalkfelswänden der Churfirsten und des Säntis keimen folgende dort felsbewohnende Blütenpflanzen vorzugsweise im Moosrasen: *Globularia cordifolie, Thymus* und *Saxifraga aizoon.*

Es mögen als wichtigste und häufigste dieser Felsmoose folgende genannt sein:

1. Urgebirgsmoose:

Andreaea petrophila Ehrh. häufig von der subalpinen Region an, seltener in der Ebene (bis 3260 m, Piz Languard). *A. rupestris* (L.), vom Brocken bis 3825 m, Vincentpyramide am Mte. Rosa; gehört zu den höchststeigenden Moosen! *A. nivalis* Hook, von 1600—2900 m, auf feuchten Felsen (alle Arten von *Andreaen* sind kieselliebende Felsmoose). *Dicranoweisia crispula* Hedw., von 300—3823 m (Vincentpyramide, Mte. Rosa). Zahlreiche Arten von *Grimmia* (Pfeffer zählt 16 kieselliebende Felsen-*Grimmien* aus den rhätischen Alpen auf) besiedeln die höchsten Felsgrate (bis 3825 m Vincentpyramide, 3460 m Ewigschneehorn, 3400 m Piz Corvatsch). *Distichium capillaceum* Sw. (3400 m Cima del Largo und Ewigschneehorn, 3630 m Nase am Monterosa, 3350 m am Finsteraarhorn). *Rhacomitrium lanuginosum* (Ehrh.) Bridel, „den stärksten physikalischen und klimatischen Gegensätzen gewachsen, aber immer auf kalkarmem Substrat" (Molendo), von der montanen Region bis weit in die nivale (3463 m Adlersruhe am Großglockner, 3570 m Nase am Monte Rosa) und nach Pfeffer noch weitere 7 Arten, *Anoectangium compactum* (Schleicher) 800—2620 m, *Dicranum Blytti* Schimp. (1400—2600 m, *Dicranodontium aristatum* Schimp. (bis 2300 m), *Blindia acuta* (Hudson) Schimp. (bis 2570 m), *Amphidium lapponicum* (Hedw.) Schimper (ca. 1500—2750 m), *Orthotrichum Killiasii* C. Müller (2400—2960 m), *Heterocladium heterophorum* (Bruch) (250—2570), *Brachythecium plumosum* (Sw.) bis 2400 m, an feuchten Felsen), *Hypnum molle* Dicks. (an Bächen und Wasserfällen bis 2200 m), *H. arcticum* Somf. (ebenso, bis 2530 m), *Hedwigia albicans* (Web.) Lindb., sehr gemein, von der Ebene bis 2270 m), *Bryum alpinum* Huds., von der Ebene bis 2600 m.

---

[1]) Schlagintweit, Neue Untersuchungen 1854. S. 240.

[2]) Vergleiche die umfassende Zusammenstellung über die Nivalfauna von Silvio Calloni: La Fauna nivale, Paris 1890.

2. Moose der Kalkfelsen[1]):

Seligeria Doniana (Sm.) C. Müller, von der Ebene bis 2230 m, *Grimmia anodon* Schimp., von der Ebene bis 2700 m, *Eurhynchium cirrosum* (Schwägr.) von 1400—2800 m, *Hymenostylium curvirostre* (Ehrh.) Lindb., bis 2570 m, *Hypnum dolomiticum* Milde, bis 2510 m, alpine Region der ganzen Alpenkette, *Barbula bicolor* (Schimp.) Lindb., echtes Hochalpenmoos auf Humus in Kalkfelsspalten, 1400—3130 m, *B. icmadophila* Schimp., feuchte Kalkfelsen, bis 3259 m, *Leskea catenulata* (Brid.) Mitten 300—2000 m.

§§ 5. Die Gefäßpflanzen der Felsflora.
(Oberflächenpflanzen und Spaltenpflanzen.)
(Exochomophyten und Chasmophyten.)

§§§ 1. Die Lebensbedingungen der Felsflora.

Die Temperaturverhältnisse sind durch die weiten Extreme ausgezeichnet: der Fels erwärmt sich an der Alpensonne sehr stark, und kühlt sich nachts rasch und stark ab: Temperaturdifferenzen von 40—60° zwischen Tag und Nacht kommen vor (nach Heim).

Die Gebrüder Schlagintweit maßen an der Vincentpyramide am Mte. Rosa bei 3824 m an südlich exponierten Gneißfelsen 14° C. (Lufttemperatur 0°), bei der Vincenthütte 3162 m Maximum 16°, Minimum —4°; am dunkeln Serpentinfels des kleinen Matterhorn konstatierte de Saussure 22,5° (Luft —0,6°). Auf dem Faulhorn maßen Martius und Bravais am 28. September 1844 39,8° C. an der Oberfläche.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse zeigen alle Abstufungen von den hygrophytischen Bedingungen ständig überrieselter Felsen bis zu den xerophytischen Bedingungen südlich exponierter Kalkfelsen mit geringer Wasserführung in den Spalten. Es finden sich daher auch unter den Felsenpflanzen alle Abstufungen von Anpassung an Feuchtigkeit bzw. Trockenheit.

Oettli hat für die Kalkfelsen der Kreideschichten der Churfirsten konstatiert, daß jede aufgebrochene Spalte, auch bei trockenem Wetter, in höchstens 10 cm Tiefe schon feucht war. Die Felsspalten sind Wasserreservoire. Nach seinen Beobachtungen genügt also „die jeweilige Durchtränkung und die kapillare Festhaltung der Feuchtigkeit durch die in den Spalten angesammelte Erde allein selbst für die Lebensführung von Mesophyten. Bei weniger durchlässigen Gesteinen (Neocom und Gault) kommt in der Regel noch ein Quellwasserzuschuß dazu“.

Die trockensten Standorte haben diejenigen Felspflanzen, die nur in dünner Lage oberflächlichen Detritus wurzeln. Die flachwurzligen

[1]) „In den Kalkalpen ist selten eine Massenvegetation von Moosen entwickelt; größere Steilheit, Wasserarmut tragen dazu bei, außerdem sind die viel zahlreicheren kieselliebenden Moose hier ausgeschlossen“ (Lorentz).

Spaltenpflanzen können der Trockengefahr ausgesetzt sein, die tief eindringenden Spaltenwurzler am wenigsten.

„Gefäßpflanzen treten erst da auf, wo sich auf dem Fels oder in seinen Spalten irgendwelcher Detritus angesammelt hat. In den meisten Fällen ist der Fels weder glatt noch kompakt, so daß Staub, hergewehter Sand, Pflanzenteile, von oben herabgeschwemmte oder herabgestürzte Erde, an Ort und Stelle entstandene Verwitterungsrückstände und -überreste von Fäces von Tieren reichlich Gelegenheit haben, sich irgendwo zu fangen und anzuhäufen" (Oettli, l. c.).

Und dieser Detritus ist auffallend reich an Humus. Ich führe folgende Zahlen an:

1. Die Erde aus einer Vertiefung im Chloritschiefer der Großglocknerspitze bei 3955 m enthielt 9,7 % Humus (Schlagintweit).
2. Der Tonschlamm aus einer neu aufgebrochenen ca. 10 cm breiten Querkluft in einem Kalksteinbruch bei Quinten am Walensee enthielt 1,6 % Humus.
3. Der Detritus aus einer von *Potentilla caulescens* bewohnten Spalte 10,06 % Humus.
4. Der Detritus aus einer 1—2 mm breiten von Ameisen bewohnten Spalte 25,88 % Humus.
5. Der Detritus aus einer von Regenwürmern bewohnten, aber pflanzenleeren Spalte 33,75 % Humus (2—5 nach Oettli).

Ganz unerwartet ist die starke Beteiligung der Regenwürmer an der Humusbildung in Felsenspalten, die zuerst von Oettli klargelegt wurde. Er fand die Spalten sehr häufig von diesen nützlichen Tieren bewohnt, vielleicht weil sie hier besonders gut gegen ihre Feinde geschützt sind.

„Alle möglichen Pflanzenteile . . . werden von den Regenwürmern als Nahrung und zur Auskleidung ihrer Röhren in die Spalten hineingezogen. Der Wurm setzt seine Fäkalien, solange noch irgend ein ihm zugänglicher Hohlraum besteht, im Felsinnern ab. Daher kommt es, daß die so kompakt erscheinenden Felswände sich oft als förmliche Humusbehälter erweisen. Spalten von mehreren Zentimeter Breite sind oft in ihrer ganzen sichtbaren Ausdehnung ausschließlich mit Regenwurmexkrementen gefüllt . . Bis hinauf zu den sturmgepeitschten Gräten der Säntisspitze findet man sie oft als einzigen Spalteninhalt großer Felskomplexe."[1])

Auch anderes Getier: Ameisen, Kellerasseln, Schalenasseln, *Lithobius*, *Podura*, *Clausilien*, ferner die verwesenden Wurzeln von Felsenpflanzen tragen zur Humusbildung bei, so daß die Wurzelerde der Felspflanzen geradezu als humöser Boden bezeichnet werden muß.

---

[1]) Es wäre eine dankbare Aufgabe für einen klettertüchtigen Naturforscher, diese Oettlischen Beobachtungen auf andere Gesteinsarten auszudehnen und die Höhenverbreitung der spaltenbewohnenden Erdfauna zu verfolgen. Für die Bodenfauna der Wiesen der Alpen liegen die schönen Untersuchungen von Diem vor (s. Anm. S. 46).

Fassen wir nach OETTLI die Besonderheiten der Felswände als Pflanzenstandort zusammen:

1. Die relative Kompaktheit bedingt:
   a) Das Vorhandensein unbesiedelter Stellen, indem nur schuttbedeckte Vorsprünge und größere Spalten Blütenpflanzen beherbergen können.
      (Folgen: die vielen schattenscheuen Rosettenpflanzen und Spalierpflanzen; die Seltenheit der Einjährigen).
   b) Eine gesonderte Wasserbilanz jedes einzelnen „Wurzelortes".
      (Folge: das Auftreten von Xerophyten neben Mesophyten und Hydrophyten.)
   c) Eine Einschränkung des Dickenwachstums der Wurzeln.
      (Folge: das Zurücktreten der Bäume).
2. Die Steilheit bedingt:
   a) Häufiges Entblößen der Wurzeln und Brachlegen des Detritus.
   b) Mechanische Schädigung vorstehender oberirdischer Pflanzenteile.
   c) Steigerung klimatischer Einflüsse:
      der Windwirkung, der Erwärmung bei Südexposition, der Beschattung bei Nordexposition, der Frostwirkung wegen mangelnder Schneebedeckung.
   d) Schutz vor Vieh und Wild und ihrem Dünger.
3. Die Wasserversorgung ist eine sehr verschiedene.
4. Die Konkurrenz ist nicht ausgeschlossen.
5. Die chemische Differenz der Unterlage wirkt ganz besonders deutlich.

Wir wollen im folgenden die Hauptvertreter der Felsflora nach ökologischen Gruppen kennen lernen.

§§§ 2. **Die Polsterpflanzen.**

Der Wuchs der typischen kompakten Polsterpflanzen (wir können sie als „Voll-Kugelpolster" bezeichnen) ist folgender (siehe Fig. 236): vom Wurzelhals aus strahlen nach allen Seiten dicht gedrängte, radial angeordnete Triebe, die nach außen sich immer weiter verzweigen; sie bilden bei ungestörtem Wachstum in ihrer Gesamtheit ein halbkugeliges bis vollkommen kugeliges[1]) Gebilde, dessen kompakte Oberfläche aus den dicht aneinanderschließenden rosettig beblätterten Enden der Triebe gebildet wird. Die lebenden oberflächlichen Blättchen sind entweder ledrig („*Azorella*-Typus" nach DIELS) oder stark behaart („*Aretia*-Typus" nach DIELS) und stets immergrün. Zwischen ihnen sitzt tief geborgen die stets fortwachsende Stammspitze. Die abgestorbenen Blättchen

---

[1]) Halbkuglig, wenn es dem Boden aufsitzt, vollkommen kuglig, wenn es an seiner Pfahlwurzel aus einer Felsspalte frei heraushängt.

bedecken dicht gedrängt die Stengelchen bis zum Zentrum des Polsters; sie bleiben entweder vollständig erhalten (bei den *Androsacen*, *Alsine sedoides*, *Eritrichium*, *Saxifr. muscoides*, *bryoides*) oder nur in ihrem basalen scheidenartigen Teil (bei *Silene acaulis*, *Petrocallis* usw.). „Imbricat-laubig“ nennt Diels deshalb diese Polsterform. Die stets seitlichen Blüten sitzen meist unmittelbar der Oberfläche des Polsters auf, eine zusammenhängende Schaufläche bildend. Es ist eines der ergreifendsten Bilder des felsstarrenden Hochgebirges, wenn uns aus einer Spalte des toten Gesteins ein solcher Miniaturgarten entgegenleuchtet!

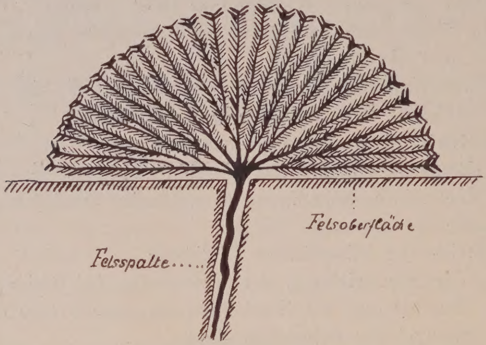


Fig. 236.

Schematischer Längsschnitt durch ein „imbricatlaubiges“ Voll-Kugelpolster.

Die radial ausstrahlenden Äste sind bis unten dicht bedeckt von dachziegelig („imbricat“) angeordneten abgestorbenen Blättchen. Die (dicker gezeichneten) obersten Blättchen sind lebend. Weggelassen ist der die Zwischenräume füllende Humus, die in denselben hineinwachsenden Würzelchen und die Blüten. (Orig. von C. S.)

Der Polsterwuchs[1]) ist eine weit verbreitete Anpassungsform; er bildet eines der glänzendsten Beispiele für eine „ökologische Konvergenz“, d. h. für die Erzeugung ähnlichen Baues zufolge der Anpassung an analog wirkende äußere Faktoren. Diese Ähnlichkeit hat nichts zu tun mit der systematischen Verwandtschaft, wie aus der Vergleichung der Blütenorgane sofort klar wird, sie täuscht aber Verwandtschaft vor, indem sie bewirkt, daß Pflanzen aus den verschiedensten Familien einander habituell zum Verwechseln ähnlich werden.

Wir finden den Polsterwuchs an viererlei Standorten: in der hochalpinen Region der Gebirge, in der Ebene der Arktis, auf den antarktischen Inseln und in Wüsten- und Steppengebieten.

---

[1]) Vgl. Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen, Marburg 1889—1893, II, S. 38—42. Schimper, Pflanzengeographie, S. 741. Diels, Vegetations-Biologie von Neuseeland, Englers bot. Jahrbücher Bd. 22, 1897, S. 255—256, 267—270, 282—284.

In der Hochgebirgsregion der Kordilleren, und zwar sowohl in den naßkalten „Paramos“ Venezuelas, als in den trockenkalten „Punas“ Perus und anderwärts finden sich Polsterpflanzen in besonders reicher Entwicklung. Berühmt sind besonders die *Azorellen* aus der Familie der Doldenpflanzen, also einer Gruppe, die sich sonst durch große, fein verteilte Blätter auszeichnet. Die *Azorella madreporica* z. B. bildet bis 2 m dicke Riesenpolster, die mit einem festen Harz überzogen sind.

„Ganze große Felsenblöcke sind oftmals mit einem dichten und äußerst harten Rasen bedeckt, welcher immer nur aus einem Pflänzchen entstanden ist. Dabei sind diese Rasen so dicht und hart, daß es schwer fällt, selbst mit

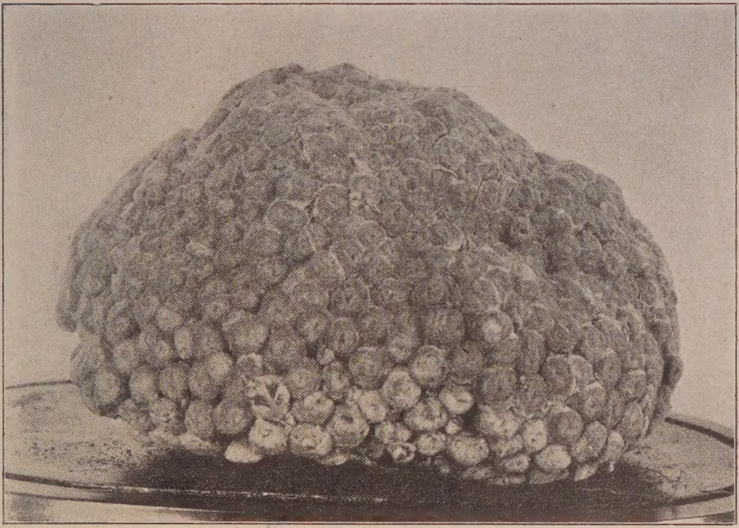


Fig. 237.

Eine Polsterpflanze der neuseeländischen Alpen. (*Haastia pulvinaris* Hooker fil.) Familie der Kompositen; 1/2 nat. Größe.

Jedes der kreisrunden Felder stellt das Ende eines Ästchens dar, das dicht von den gelblichweiß behaarten Blättern eingehüllt ist. Die Dicke des Stämmchens selbst ist sehr gering, vielleicht nur 1/10 des ganzen Kreises.

(Orig-Phot. nach einem von Dr. Hundhausen aus Neuseeland mitgebrachten Exemplar.)

den schärfsten Instrumenten einzudringen. Der Stamm einer solchen Pflanze, die sicherlich ein Denkmal vieler Jahrhunderte ist, erreicht selten die Länge von einem Fuß, gewinnt aber manchmal die Dicke von 5—6 Zoll und zeigt, gleich von seiner Basis ausgehend, eine unendliche vielfache Verästelung und Verzweigung.“ [1])

---

[1]) Meyen, Pflanzengeograhie 1836 S. 102, zitiert nach Goebel.

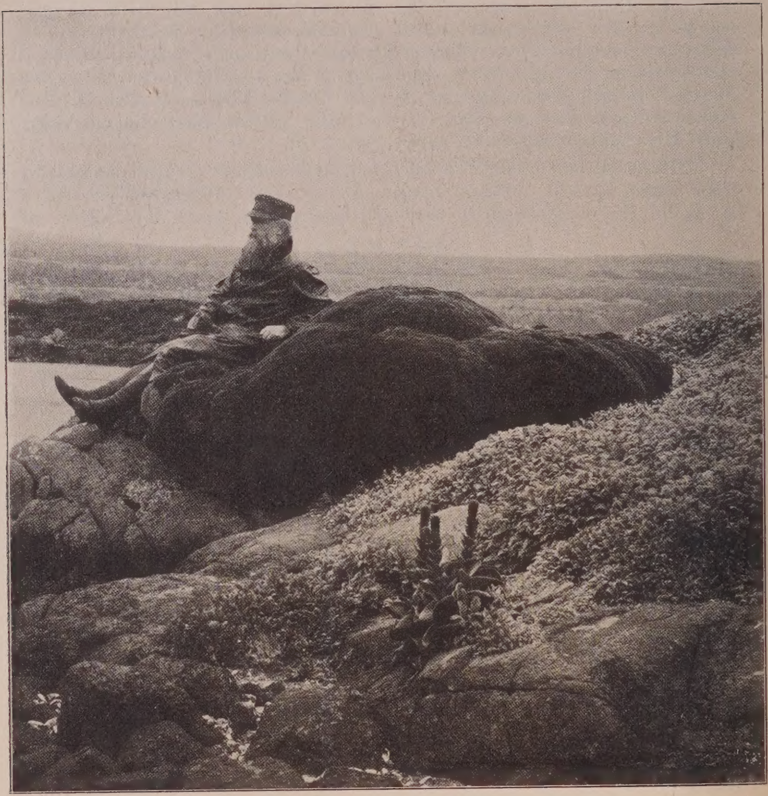


Fig. 238.

Eine Polsterpflanze der windgefegten antarktischen Inseln.

Ein Riesenpolster von *Azorella Selago* Hook. fil. auf der kleinen Kergueleninsel im Gazellehafen. Darunter einige Exemplare des Kerguelenkohls (*Pringlea antiscorbutica* Rob. Br.), rechts Rasen von *Cotula plumosa* Hook. fil.

(Nach einer von Prof. Schenck-Darmstadt freundlichst zur Verfügung gestellten Photographie, aufgenommen von Fr. Winter, Valdivia-Expedition; schon publiziert in dem S. 574 Anm. 1 genannten Werke Schecnks).

Auch Sauerklee-Arten (Familie der *Oxalidaceen*), *Alchimillen* (Familie der *Rosaceen*), *Verbenaceen*, *Lycopodien* und zahlreichen *Compositen* treten in den Anden als Polsterpflanzen auf.

In den Hochgebirgen Zentralasiens finden wir nach Goebel *Thylacospermum rupifragum*, eine *Caryophyllacee* West-Tibets bei ca. 5000 m, ferner die berühmten fußhohen „Wollballen" der *Saussurea gossypiphora* Don. und der *Crepis glomerata* Decaisne, aus der Familie der *Compositen*, die *Saxifraga*

hemisphaerica Hook. f. et Thomson, ein Vergißmeinnicht (*Myosotis Hookeri* Clarke) und ein Katzenpfötchen (*Antennaria muscoides* Hook. f. et Thomson).

Wie in den Anden der kahle *Azorella*-Typus, so erreicht in den neuseeländischen Alpen der *Aretia*-Typus seine maximale Entfaltung. Kleinere Polster erzeugen *Myosotis uniflora* Hook. f., *Veronica pulvinaris* Hook. f., *Raoulia Parkii* Buchan (*Compositen*). Grosse rundliche Wollmassen bilden *Raoulia mammillaris*, *eximia*, *rubra*, *bryoides* und vier Arten von *Haastia*. Von diesen ist namentlich die *Haastia pulvinaris* Hook. f. ausgezeichnet, das „vegetabilische Schaf", dessen Riesenpolter bis einen Meter Durchmesser erreichen

Fig. 239.

Polsterpflanzen der Sahara.

Die Stein- und Tonwüste nördlich von Ben Zireg in der algerischen Sahara, mit den Polstern von *Anabasis aretioïdes* (Familie der *Chenopodiaceen*) als beinahe einziger Vegetation; rechts in der Mitte noch einige Büsche von *Limoniastrum Féei* Batt. (Familie der *Plumbaginaceen*). Dr. H. Brockmann schreibt mir: „Die jüngern Exemplare sind regelmäßig gerundet, werden aber mit zunehmendem Alter unregelmäßig, durch ungleich starkes Wachstum und durch Überwallung zufälliger Verletzungen von der Seite her; so das große Polster im Vordergrund. Die Polster erreichen nicht selten einen größten Durchmesser von 1,2 m und 50—60 cm Höhe!"

(Nach einer photographischen Aufnahme von Dr. Arnold Heim; schon publiziert in der S. 574 Anm. 2 genannten Arbeit Flahaults).

(Fig. 237). — Auf Tasmaniens Gebirgen wächst *Abrotanella forsterioides* (*Compositen*) in große dichte Polstern.

Riesige Polster erzeugt eine Doldenpflanze antarktischer Inseln, die *Azorella selago* Hook. fil., die auf der Kerguelengruppe, den Macquarie-Inseln und auf Feuerland die windgepeitschten felsigen Hänge bewohnt, als typischer Be-

siedler der „Windwüste“ (Fig. 238).[1]) Sie erreichen den Durchmesser von 1 m und die Höhe von 50 cm, bestehen aus dichtgedrängten Trieben und haben eine glatte Oberfläche; das Alter ist schwer zu ermitteln; es wird von Schenck auf viele Jahrzehnte geschätzt. Auch die eigenartigen „Kugelmoose“ der Kerguelen gehören zum Polstertypus.

Eines der merkwürdigsten Gewächse der Sahara ist die *Anabasis aretioides*, eine polsterbildende Art aus der Familie der Meldengewächse (*Chenopodiaceen*). In bis meterbreiten halbkugeligen, von Kalk und Lehm halbversteinerten Massen liegt sie auf dem nackten Boden des „Reg“, der Kiesel- und Ton-Wüste (Fig. 239 und 240).[2]) Die kurzen spitzen steifen Blättchen decken sich dachziegelig und sind im höchsten Grad xerophytisch angepaßt.

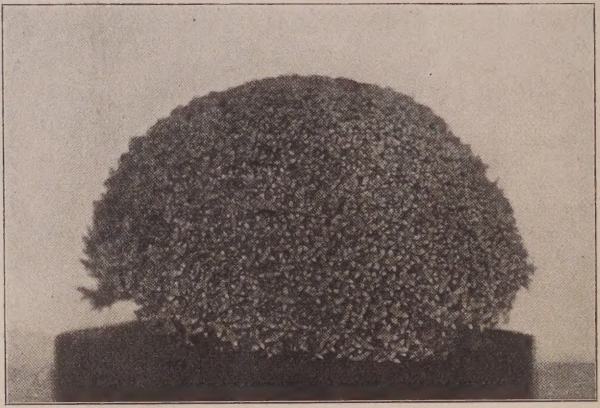


Fig. 240.

Anabasis aretioïdes (Familie der *Chenopodiaceen*).

Eine Polsterpflanze der Sahara, in $^7/_{10}$ nat. Größe.

(Orig.-Phot. nach einem von Dr. Brockmann gesammelten Exemplar.)

Die Polsterpflanzen zeigen eine wunderbare Häufung zweckmäßiger Anpassungen an die extremen Bedingungen der Hochgebirgsregion, der Arktis, der antarktischen Inseln und der Wüsten. Schimper erblickt das Gemeinsame dieser vier Gegenden in den heftigen Winden; diese wirken vorherrschend austrocknend, wie es Kihlmann für die Arktis und Goebel für die naßkalten Paramos der venezolanischen Anden besonders nachgewiesen haben.

Gegen die mechanische mit Entwurzelung drohende Wirkung des Windes sind unsere spaltenbewohnenden Polsterpflanzen durch die kräftige tief und reich

[1]) Vgl. Schenck, H. Vergleichende Darstellung der Pflanzengeographie der subantarktischen Inseln, insbesondere über Flora und Vegetation von Kerguelen — Wissenschaftl. Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia“ 1898/99 — II. Band, 1. Teil, 1. Lief. Jena 1905.

[2]) Vgl. Flahault, Sur les herborisations de la société — Bullet d. l. soc. bot. d. France, tome 53. 1907.

sich verästelnd in die Felsspalte eindringende Pfahlwurzel geschützt. Aber der Wind führt auch „Schleifpulver“ mit sich (Oettli): in den Wüsten Sand, in der Arktis und im Hochgebirge im Sommer Sand und im Winter Eiskristalle: gegen die abrasierende Wirkung dieses Sandgebläses schützt die kompakte Oberfläche aus filzigen oder ledrigen Blättern[1]). Der Wind wirkt austrocknend, besonders im Winter auf die immergrünen Polsterpflanzen schneefreier Gräte; aber auch im Sommer an trocknen Tagen, unter der gewaltigen Insolation der Alpensonne, der enormen Erwärmung in der verdunstungskräftigen dünnen Luft sind unsere Gratpflanzen der Vertrocknungsgefahr ausgesetzt. Als Schutzmittel dagegen wirken folgende Eigenschaften:

a) Die tiefe Bewurzelung, die aus den verborgenen Wasservorräten der Spalten schöpft.

b) Die „Schwammeigenschaften“ der kompakten Polster: die zahllosen dicht gedrängten, mit alten Blättern gedrängt besetzten Stengel stellen ein reiches System kapillarer Hohlräume dar, das sich mit Wasser vollsaugt.[2])

c) Die Erdbildung im Innern des Polsters hilft das Reservewasser festhalten. In manchen Fällen (*Silene acaulis*, *Androsace helvetica*) sendet die Pflanze besondere Würzelchen aus den Stengeln in die wasserhaltende Polstererde. Die kompakte Decke aus lebenden Blättern hält den „Humusbausch“ zusammen und schützt ihn vor Zerblasung. Oettli schließt aus seinen Beobachtungen an *Androsace helvetica*, daß der Wasservorrat des Humusbausches namentlich im Winter von Bedeutung ist, wenn die Wasseraufnahme aus den vereisten Spalten unmöglich ist. Das Eis im Humuspolster schmilzt in vertrocknungsdrohenden sonnigen Zeiten rasch und steht dann den Pflanzen zur Verfügung. Die Erde ist oft enorm reich an organischer Substanz: bei einem Polster von *Saxifraga moschata* f. *compacta* von dem Kalkplateau der Rätschenfluh bei St. Antönien fand sich 50 % Humus in der ganz schwarzen Erde. Nach den Beobachtungen von Oettli scheint auch eine Erdfauna sich am Aufbau der Polstererde zu beteiligen. Es wäre hier eine interessante Studie zu machen!

d) Der Wassergehalt des Polsters setzt die Erwärmung herab und vermindert damit auch die Verdunstung. Gleichzeitig wird durch das Polster auch die Abkühlung vermindert: Schlagintweit fand bei der Vincenthütte am Monte Rosa bei 3162 m den nackten Boden 2 cm tief gefroren, unter den Polstern von *Alsine sedoïdes*, *Cerastium* usw. dagegen war nicht die geringste Frostwirkung bemerkbar.

e) Die geringe Oberfläche der ganzen Pflanze, das Anschmiegen an den Boden, die dicke Cuticula und die filzige Behaarung setzen die Verdunstung ebenfalls herab.

f) Die dichte Stellung der Blättchen parallel zu den radial gestellten Achsen hemmt die Verdunstung durch Bildung windstiller Räume. Durch die eigentümliche schiefe Stellung der Pallisaden ist dafür gesorgt, daß das Blatt doch genügend durchleuchtet wird (Lasniewsky).

---

[1]) Auf windgefegten Kämmen kann man am Rande der „Windfurchen“ oft sehr deutlich die zerstörende Wirkung dieses Gebläses beobachten.

[2]) Oettli stellte darüber folgende Versuche mit *Androsace helvetica* an:

Ein lufttrockenes Exemplar wog . . .	48,4 Gramm
mit Wasser vollgesaugt	124,7 „
am nächsten Tage	120,9 „
davon enthielt das Innere, der „Schwamm“ allein	91,2 „

§§§§ 1. Kugelpolster.

Der ausgeprägteste Typus einer Polsterpflanze der Felsen unserer Alpen ist der **schweizerische Mannsschild** (*Androsace helvetica* [L.] Gaudin, Taschenflora Taf. 4, Fig. 3 und Textfig. 241). Nach ihm hat Diels den Namen „*Aretia*-Typus für die behaarten Kupelpolster geschaffen (= *Aretia helvetica* L.). Er bewohnt nach Oettli nur stets schneefreie, windgepeitschte Felsgräte als ausgesprochene Spaltenpflanze. Die Polster sind an glatten Wänden halbkugelig: oft genug freilich hat ein fallender Stein einen Kugelsektor herausgesprengt! Wird durch Abbröckeln der Felsen das Polster lose gelegt, so daß es an seiner Pfahlwurzel aufgehängt erscheint, so schließt es sich zur vollkommenen Kugel.

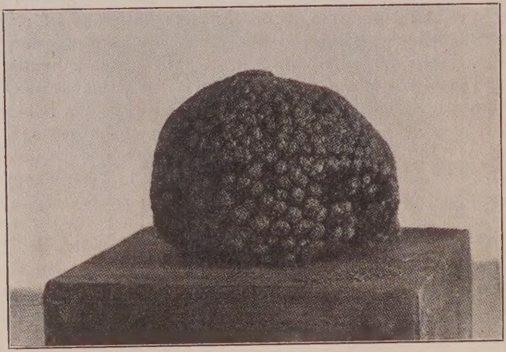


Fig. 241.

Der schweizerische Mannsschild.
(*Androsace helvetica* [L.] Gaudin; $^2/_3$ nat. Größe.)
Ein halbkugeliges Kugelpolster vom Albulapaß, ca. 2400 m. (Orig.-Phot.)

In engen Ecken füllt es die Hohlräume und quillt über Grubenränder wie eine plastische Masse heraus. Die Polster können einen Durchmesser bis 15 cm erreichen und sind dann, aus dem jährlichen Längenzuwachs berechnet, 50—60 Jahre alt. Die Blättchen sind mit einfachen Haaren dicht besetzt, die erst rötlichen, später weißen, mit gelben Saftmal versehenen Blüten sitzen stiellos dem Polster dicht auf. Sie sind homogam, mit schließlicher Selbstbestäubung. Die Pflanze ist kalkstet und hochalpin: Wallis 1600—3500 m, Berner Oberland 2000—3000 m, selten bis 1000 m herabsteigend, Glarus 2100—2780 m, St. Gallen 1600 m „bis zu den höchsten Spitzen", Bünden bis 3180 m (Piz Pisoc), Bayern 1850—2760 m. Ihre Gesamtverbreitung geht von den Westalpen durch die Schweiz, Tirol, Salzburg, Oberösterreich bis Kärnten und Steiermark. Pax gibt sie nach Bordère auch in den Pyrenäen an.

In den Alpen viel seltener ist der ebenso kompakte kalkfliehende[1]) **geschindelte Mannsschild** (*Androsace imbricata* Lamarck, Taschenflora Taf. 4, Fig. 5), mit Sternhaaren und rötlichem Kronschlund der Blüten. Er ist in den Seealpen, im Wallis (1600—3000 m), im Piemont

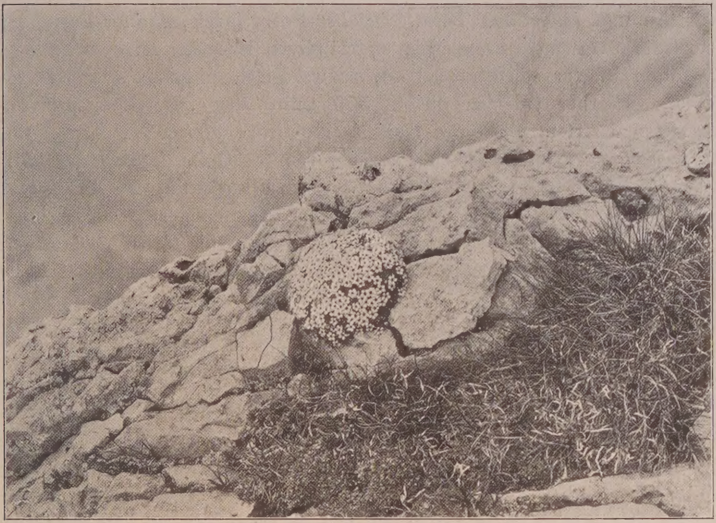


Fig. 242.

Der schweizerische Mannsschild.
(*Androsace helvetica* [L.] Gaudin.)

Ein blühendes Exemplar von den Gipfelfelsen des Schlern in Südtirol.
(Aufn. von Dr. Eichinger.)

(Cognetal usw.), im Tessin und vereinzelt im Berner Oberland (Ewigschneehorngipfel 3400 m), und wird im Osten immer seltener (Graubünden, Südtirol, venetische Alpen). Außerdem ist er in den Pyrenäen und der Sierra Nevada zu Hause.

Die Gruppe der „*Aretien*“ in der Gattung *Androsace*, die polsterbildenden, einblütigen Arten umfassend, wird von Pax (Monogr.

[1]) Pax (Monogr. der *Primulaceen*) nennt ihn kalkliebend; der einzige Standort in den Tiroler Dolomiten, den er anführt, ist aber gerade das kristallinische Massiv der Cima d'Asta.

Primulaceen) nur als ein extrem hochalpin ausgebildeter Typus der arktisch-alpinen Sektion *Chamaejasme* aufgefaßt. In den Alpen sind die *Aretien* in zwei Formen ausgebildet: die „*Helvetica*"-Form mit kompakten Kugelpolstern aus eng aneinander gepreßten „säulenförmigen", d. h. von dichtgeschindelten Blättchen bedeckte Sprossen (der „*Aretia*-Typus" nach Diels); hierher gehören die ebengenannten *Androsace helvetica* und *imbricata*. Die „*Glacialis*"-Form (oder „*Alpina*"-Form) hat lockere Polster mit gesonderten endständigen Rosetten an den Trieben; die alten Blätter sterben bald ab, es werden also keine „Säulen" gebildet. Hierher gehören die S. 556 unter den „Schuttstauern" besprochenen Arten *Androsace glacialis* Hoppe (= *alpina* [L.] Lam.) und *A. pubescens*; außerdem nach Pax als rein ostalpine Typen die kalkfliehende *A. Wulfeniana* Sieber und die kalkliebende *A. Hausmanni* Leybold Südtirols.[1]) Endlich reiht sich hier als sehr lokalisierter Endemismus der insubrischen Kalkalpen noch die schöne *Androsace Charpentieri* Oswald Heer an (Camoghé bei Bellinzona, Garzirola, Passo di San Jorio, zwischen Bellinzona und Gravedona am Comersee, Valle d'Alterno, Monte Legnone, Monte Costa Rossa im Vall Sassina);[2]) in den Walliseralpen ist sie seit Vulpius 1856 nicht wieder gefunden worden.

Alle diese schönen blütenreichen Polsterpflanzen sind als reine Produkte der Alpen zu betrachten; sie sind auch in ihrer Verbreitung auf die Alpenkette beschränkt; nur *pubescens* geht auch in die Pyrenäen und *imbricata* in die Pyrenäen und die Sierra Nevada Spaniens. Die Arktis, die Hochgebirge Zentralasiens, der Himalaya, die Pyrenäen, ja selbst die Abruzzen haben ihre eigenen Arten (Pax zählt im ganzen 27 *Aretien* auf.

Prachtvolle halbkugelige Polster vom kahlen *Azorella*-Typus mit völlig glatter Oberfläche bildet die **Zwerg-Miere** (*Alsine sedoides* [L.] Kittel = *A. Cherleri* Fenzel = *Cherleria sedoides* L., Taschenflora Taf. 4, Fig. 10 und Textfig. 243) mit pfriemlichen, glatten, ledrigen, gegenständigen Blättchen und unscheinbaren grünlichen Blüten, die zwittrig oder weiblich sind, und von Fliegen besucht werden. Die Früchtchen sind in das Polster eingesenkt und die geöffneten Kapseln erscheinen als kleine Löcher in demselben, so daß nichts die Glätte der Polsterfläche stört. Wie die kleinen Samen freilich aus diesen Vertiefungen verbreitet werden, ist ein Rätsel.

---

[1]) Die beiden letzten werden von Dalla Torre zum „*Helvetica*"-Typus gestellt; *Hausmanni* auch von Pampanini („ein junger Endemismus, von *A. helvetica* abgeleitet"). Mir scheint Pax das richtige getroffen zu haben.

[2]) Artaria, F. A., Note critiche sulla *Androsace Charpentieri* Heer. Malpighia, anno VII, 1895.

Die Pflanze, die übrigens nicht felsstet ist, sondern auch auf Schutthalden, Humuspolstern und im Curvuletum auftritt, ist ausgesprochen hochalpin und gehört zu den letzten Pionieren der Vegetation: Wallis 2000—3823 m (Monte Rosa, Vincentpyramide, SCHLAGINTWEIT), Glarus 1630—2770 m, Bünden bis 3107 m (Piz Canciano, BROCKMANN), Bayern 1800—2600 m; sie zieht kalkarme Unterlage vor. Außer den Alpen bewohnt sie auch die Pyrenäen und Karpathen.

Die nahe verwandte **achtmännige Miere** (*Alsine octandra* [Sieb.] Kerner = *A. aretioides* M. und K.) ist ausgesprochen calcicol (nördliche

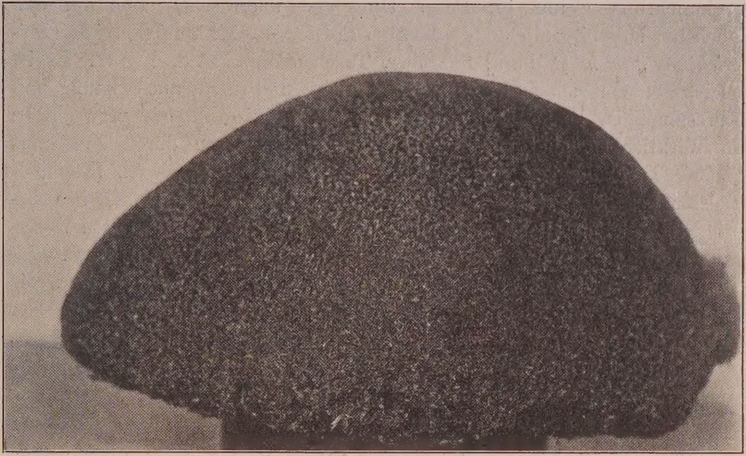


Fig. 243.

Ein Polster der Zwerg-Miere.
(*Alsine sedoides* [L.] Kittel, in 1/2 nat. Größe.)

Nach einem bei der Klubhütte von Chanrion im Wallis bei ca. 2500 m ü. M. am 15. VIII. 1905 gesammelten Exemplar. (Orig-Phot.)

Kalkalpen: Steiermark, Salzburg, Lungau; südliche Kalkalpen: von den julischen Alpen zur Adamellogruppe, Stelvio, penninische Alpen (im Wallis nur in den Vispertälern und dort auch auf dem Gneis) und Grand Paradis.

Zu den Kugelpolsterbildnern gehören auch einige der schon unter den Schuttpflanzen abgehandelten ***Saxifragen*** der Sektion *Dactyloides*. Namentlich die verbreitete *S. moschata* Wulfen bildet an ihren nivalen Standorten (bis 4000 m!) oft typische Kugelpolster (forma *compacta*); so

besonders schön auf dem windgefegten Kalkfelsplateau der Gafierplatten von St. Antönien (2400—2700 m), wo dem gletschergehobelten Kalkstein die halbkugeligen Polster wie Nadelkissen aufsitzen. Auch der moosähnliche Steinbrech (*S. muscoides* Allioni) sitzt mit gedrängtem Rasen in den Felsspalten der höchsten Gräte (4200 m am Matterhorn!) Und die dritte Grat-Steinbrech (aus der Sektion *Trachyphyllum*), die moosartige Abart des rauhen Steinbrechs (*S. aspera* L. var. *bryoides* L.) steigt als Felsenpflanze bis zu den letzten Vorposten höheren Pflanzenlebens (4200 m am Matterhorn!).

Mit einem wunderbaren hellleuchtenden Himmelsblau der Vergißmeinnichtblüten auf graulicher Unterlage überraschen uns auf den höchsten Urgebirgsgipfeln die lockern Polster des **Himmelsherolds** (*Eritrichium nanum* [Villars] Schrader, Taschenflora Taf. 4, Fig. 9). Es ist gleichsam ein reduziertes Vergißmeinnicht und wird auch häufig mit kurzstengligen hochalpinen Formen der *Myosotis alpestris* verwechselt; in Wirklichkeit aber ist sie von den *Myosotis*-Arten durch eine ganz andere Beschaffenheit des Blütengrundes scharf verschieden (Stempelpolster kegelförmig, bei *Myosotis* flach, außerdem die Früchtchen berandet), zu einer andern Gruppe der Familie gehörig. Nach den Untersuchungen von Vidal (Association française 34. session 1905 S. 472) können die Polster ein Alter von gegen 30 Jahren erreichen; die Wurzel, 2—3 mm dick, zeigt Jahrringe von ca. 0,034 mm Breite! Der Himmelsherold ist eine der typischsten Nivalpflanzen des Urgebirges, die den Schweizer Kalkalpen völlig fehlt: Wallis 2600—3600 m, Berneroberland 2734 m (Steinlimmi), Gotthardgebiet 3003 m (Pizzo Centrale), Bünden 2400—3250 m, Glarus, St. Gallen, Appenzell, Bayern fehlt sie. Ihre Verbreitung in den Alpen (von den Seealpen bis zu den Karawanken) ist lückenhaft und vorwiegend transalpin; im Westen ist sie kieselstet, im Osten kalkhold[1]), ebenso in den Karpathen; auch im Kaukasus findet sie sich; im Norden ist sie zirkumpolar (mit einigen Rassen) und altaisch. Die Hauptmasse der 30 Arten ist zentralasiatisch und sibirisch; die Alpenart ist ganz isoliert; sie ist wohl aus dem Osten zu uns gelangt.

Viel lockerere Polster, kleine Kugelbüsche mit weit getrennten dünnen Zweigen bildet der **Pyrenäen-Steinschmückel** (*Petrocallis pyrenaica* [L.] R. Br., Taschenflora Taf. 4, Fig. 6), eine Kreuzblütlerin mit dreiteiligen Blattspreiten und rötlichen Blüten. Das holzige Stämmchen, in Felsspalten steckend, kann bis 4 mm dick werden; es verteilt sich in strahlig angeordnete, bis 12 cm lang werdende, reichlich wurzelnde Äste von

---

[1]) Vielleicht ist die östliche kalkholde Form als besondere Rasse (*E. n.* var. *terglovienese* DC., ohne Fransen am Fruchtrand) abzutrennen.

stockwerkartigem Aufbau: gestauchte Partien mit rosettig gedrängten Blättern wechseln mit gestreckten Partien mit entfernt sitzenden Blättern. Die Spreiten der letzten gehen bald völlig zugrunde und der Stengel wird dann nur noch von den scheidenartigen Basalpartien der Blätter bedeckt. So erscheint das Polster außen von einer dichten Rinde bedeckt, und ist im Innern hohl, von den dünnen Stämmchen durchzogen; man könnte solche Polster als „Hohl-Kugelpolster“ den „Voll-Kugelpolstern“ gegenüberstellen. Die Pflanze ist kalk- und felsstet, folgt in den Alpen in weiten Sprüngen strikte dem Verlauf der westlichen, nördlichen und südlichen Kalkalpenzone von den Seealpen bis Kroatien und fehlt den zentralen Ketten völlig; sie strahlt auf die Pyrenäen und Karpathen aus. Die monotype Gattung steht in der europäischen Flora ganz isoliert da; die nächstverwandten Gattungen: *Didymophysa* und *Coluteocarpus* sind in den Hochgebirgen Vorderasiens zu Hause. Wir haben es hier wohl mit einem alten tertiären Typus zu tun, dessen Genesis in letzter Linie auf Vorderasien weist.

Einen Übergang von den Polsterpflanzen zu den Rosettenpflanzen bilden die fels- und schuttbewohnenden Steinbrecharten der Gruppe *„Kabschia“*, welche um den blaugrünen Steinbrech (*S. caesia* L.) gravitieren. Sie bilden ansehnliche Rosetten am Ende ihrer gesellig wachsenden, radial vom Wurzelkopf ausstrahlenden, gedrängt wachsenden und reichlich wurzelnden Triebe.

Der **blaugrüne Steinbrech** (*Saxifraga caesia* L., Taschenflora Taf. 17, Fig. 2) hat bläulichgrüne starre bogig gekrümmte Rosettenblättchen mit 7 Kalkgrübchen; die schneeweißen Blüten krönen einen zarten 5—7 cm hohen Schaft; meist bilden zahlreiche Blütentrauben eine stattliche Schaufläche. Die proterandrischen Blüten erfahren so reichen Insektenbesuch, daß die Möglichkeit spontaner Bestäubung verloren ging. Die Pflanze ist ein kalksteter Felsbewohner der Pyrenäen, Alpen (hier von 1300—2700 m), Abruzzen, illyrischen Gebirge und Karpathen. Nach Engler lag das Ursprungszentrum der ganzen Gruppe im Mittelmeergebiet. Wo die *S. caesia* mit der *azoïdes* zusammentrifft, bildet sie nicht selten einen Bastard: so z. B. am Wege ins Avers oberhalb der Silberschmelzen, auf dem Kies des Ofenbachs beim Ofenwirtshaus usw.

Als mehrweniger lokalisierte rein alpine nahe verwandte Arten schließen sich folgende an *S. caesia* an:

Saxifraga squarrosa Sieber, „eine der zierlichsten Arten der deutschen Alpen! Zahlreiche, unterwärts mit braunen trocknen Blättern dicht bedeckte säulenförmige Stämmchen schließen zu einem dichten Rasen von $^1/_4$—1 qdcm zusammen, über den sich zahlreiche, 4—8 cm hohe, von der Mitte an rispig verzweigte Blütenstengel erheben“ (Engler). Sie

ist auf Tirol, Krain, Steiermark und die Julischen Alpen beschränkt, eine Charakterpflanze der Dolomiten[1]) (1500—2300 m).

Ebenso ist *S. Vandelli*[2]) Sternb. ostalpin.: Corni di Canzo, Veltlin, Ortler, Livigno, Bormio und Steiermark (?). *S. Burseriana* L. geht von den Trientiner Alpen bis Steiermark, Niederösterreich und Siebenbürgen.

Saxifraga diapensioides[2]) Bellard ist eine westliche Art: Seealpen, Dauphiné, Savoyen, Wallis und im Etschtal.

S. valdensis DC. ist auf die Savoyer Alpen beschränkt, und *S. Tombeanensis*[2]) Boissier auf Südtirol und die Lombardei.

§§§§ 2. Flachpolster.

Deutlich verschieden von diesen stets strahlige Anordnung der Stengelchen zeigenden Kugelpolstern sind die flach ausgebreiteten, aber ebenso dicht gedrängten, ebenso mit alten Blättern gefüllten Polster vom Leimkraut-Typus.

In brennend roten blütenstrotzenden Teppichen leuchten uns aus dem Rasen steiniger Weiden, aus dem Felsschutt, aus humusreicher Decke von Felsblöcken, auf Spalten und Absätzen des Felsens die Polster des **stengellosen**[3]) **Leimkrautes** (*Silene acaulis* L., Taschenflora Taf. 4, Fig. 1) entgegen. Die gegenständigen, pfriemlichen, am Rande stachlig gewimperten lederartigen Blättchen liegen mit ihrer zurückgebogenen oberen Hälfte dem Polster dicht an; sie führen oben mehr Spaltöffnungen als unten und 2—3 Reihen Palissaden (Lasniewski). Die Spreite verwittert bald bis auf den Mittelnerv, der dann als 5—20 mm lange gekrümmte Borste dem erhalten bleibenden scheidenartigen Basalteil aufsitzt. So ist das ganze Polsterinnere von diesen Borsten erfüllt. Die reichverzweigten Stämmchen wurzeln reichlich. Die seitlichen Blüten sind dreihäusig; es gibt also dreierlei Polster: die einen, selten vorkommenden mit proterandrischen Zwitterblüten, andere mit lauter männlichen und wieder andere mit lauter weiblichen und zwar kleineren Blüten. Die zwittrigen Stöcke können auch ganz fehlen. Daneben kommen auch andromonöcische und gynomonöcische Stöcke vor. Auch gefüllte Blüten finden sich nicht selten, ebenso weiße. Der Blütenbesuch ist ein sehr reichlicher[4]) und die Fruchtbildung eine sehr starke.

---

[1]) Engler erwähnt das von Pampanjni angegebene Vorkommen in den Karpathen nicht.

[2]) Diese Arten weichen von der proterandrischen Stammart *caesia* durch Proterogynie der Blüten ab (nach Kirchner).

[3]) Bei der forma *elongata* DC. sind immerhin die Blütenstiele bis 4 cm lang!

[4]) Besonders Falter suchen die Blüten auf; Müller beobachtete 32 Arten in den Alpen, daneben Bienen, Fliegen, Schwebfliegen und Käfer; ich sah beim Berninahospiz einer Hummel zu, welche innerhalb 30 Sekunden 20 Blüten absuchte!

Die Pflanze gehört zu den verbreitetsten und auffallendsten Alpenpflanzen; sie ist auf allen Gesteinsarten, immerhin mit Vorliebe für den Kalk zu treffen und geht bis zu den obersten Vorposten des Blütenlebens; Wallis 1700—3630 m (Lyskamm), Berneroberland 1700—3350 m (Finsteraarhorn, Jungfrau; am Grindelwaldgletscher schon bei 1000 m), Glarus bis 2800 m (herabgeschwemmt schon bei 830 m) Bünden bis 3083 m, Bayern 1550—2570 m.

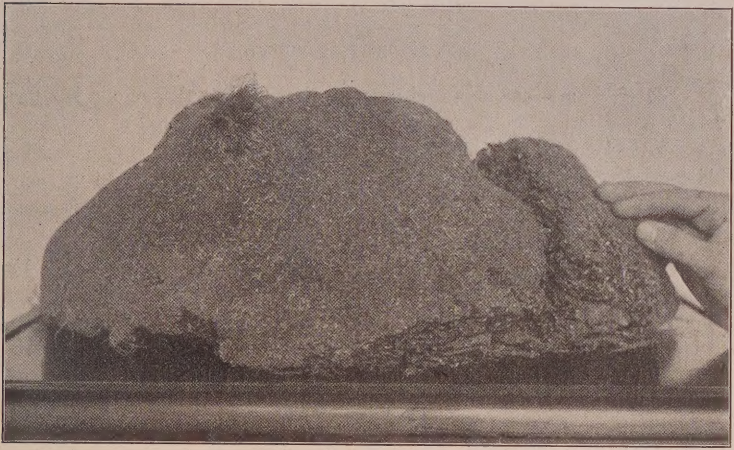


Fig. 244.

Ein Riesenpolster des stiellosen Leimkrautes.
(*Silene excapa* Allioni, in $^1/_5$ nat. Größe.)

Dieses Polster mißt 50 cm im Durchmesser und 18 cm in der Höhe. Nach einer auf den jährlichen Zuwachs gegründeten Schätzung mag es ungefähr 100 Jahre alt sein; es ist aus einem Samen hervorgegangen, denn es hat nur eine Pfahlwurzel. Mehrere Rasen von *Festuca pumila* haben sich darauf angesiedelt.

Gewachsen an der gelben Wand auf der Südseite des Gornergrats bei ca. 3100 m, 1. Juni 1903, leg. C. S. (Orig.-Phot.).

Es ist eine durch die ganzen Alpen vorkommende, weit verbreitete zirkumpolar-alpine Glazialpflanze; sie fehlt dem Kaukasus und Altai, kommt dagegen in Nordamerika bis zu den weißen Bergen vor. Ihr Ausgangspunkt ist aber bei der überwiegenden Entwicklung des Genus im Süden (Mediterrangebiet) vielleicht doch das zentral- und südeuropäische Gebirgsareal; dafür spricht auch die reichere Gliederung des Typus in diesem Areal.

Noch dichtere Polster, die aber meist typische Kugelform besitzen, bildet das naheverwandte **schaftlose Leimkraut** (*Silene exscapa* Allioni,

Taschenflora Taf. 4, Fig. 2 und Textfig. 244). Es ist nicht eine bloße hochalpine Standortsform, sondern eine durch sehr kurze aufrechte Blätter, den geflügelten Blütenstiel, den am Grunde verschmälerten Kelch und die kürzere nahezu kuglige Kapsel gut unterschiedene, oft neben der andern vorkommende, aber nicht so tief herabsteigende Rasse von engerer Verbreitung, dem Norden fehlend. Ihre Höhenverbreitung ist folgende: Wallis 1800—3600 m (Monte Rosa), Glarus bis 2800 m, Bünden bis 3280 m (Piz Linard).[1])

§§§ 3. Rosettenpflanzen.

Sie sind mit flach ausgebreiteten, dem Fels anliegenden Blättern versehen. Hierher gehören vor allem die felsbewohnenden *Saxifragen* aus der Gruppe der *Euaizooniae*, mit zungenförmigen dicklichen Rosettenblättern, deren Rand gesägt und mit kalkaussondernden Grübchen versehen ist. Sie erzeugen kurz gestielte Seitenrosetten, welche oft ziemlich große zusammenhängende Polster bilden.

Der **immergrüne Steinbrech** (*S. aizoon* Jacquin, Taschenflora Taf. 17, Fig. 1) ist ein weitverbreiteter, sehr vielgestaltiger Typus, der in den Alpen vorzugsweise die subalpine und alpine Region auf allen Gesteinsarten[2]) bewohnt, aber leicht weit herabsteigt: Wallis 375—2750 m, Glarus bis 2800 m, St. Gallen 425—2500 m, Bünden 300—3072 m, Bayern 730—2570 m. Nach Oettli keimen die Samen dieses Steinbrechs vorzugsweise auf Moosrasen; er kam an den von Oettli untersuchten Kalkfelswänden überall dort vor, wo sich Moos fand; er ist sehr lose

---

[1]) Vierhapper (Dritter Beitrag zur Flora der Gefäßpflanzen des Lungau; Verh. d. zool.-bot. Ges. in Wien, Jahrgang 1900 S. 547) schlägt vor, die Gesamtart *Silene acaulis* L. in folgende Subspezies zu zerlegen: *S. exscapa* Allioni (siehe oben) nur in den Westalpen, Pyrenäen und Spanien; *S. norica* Vierhapper, Blüten sitzend, doppelt so groß als bei *exscapa*, Kapseln ellipsoidisch, den genabelten Kelch überragend (Centralalpen Steiermarks, Salzburgs, Kärntens, Tirols, ferner Tatra und Siebenbürgische Karpathen); *S. longiscapa* Kerner, Wuchs lockerer, Blätter länger, Kelche und Petalen größer, Kapseln länger als bei *norica* (nördliche und südliche Kalkalpen); *S. pannonica* Vierhapper, der vorigen sehr nahe stehend, nur durch lockeren Wuchs und längere Blütenstiele und Blätter verschieden (Kalkform der östlichen Kalkalpen in den Karpathen); *S. cenisia* Vierh., breitblättrig, dichtrasig (Westalpen, Pyrenäen, Spanien); *S. norvegica* Pers. (nordisch, lockerrasig, mit langen stets ein Hochblattpaar tragenden Achsen). Diese zum Teil recht wenig verschiedenen geographischen Rassen bedürfen wohl noch weiterer Prüfung.

[2]) Immerhin mit Vorliebe für Kalk. Auch auf sehr kalkarmen Gesteinen bilden sich die Kalkschüppchen, ein Beweis für das Kondensationsvermögen der Pflanzen für Mineralstoffe der Unterlage. Bei Exemplaren, welche Engler aus Samen erzog, blieb die Kalksekretion aus.

im Moosrasen und Oberflächendetritus verankert und kann daher durch Verschwemmung und Viehtritt leicht entwurzelt werden (Kerner). Mit dieser oberflächlichen Anwurzlung hängt wohl auch die xerophytische Anpassung zusammen: dickliches Blatt, starke Cuticula, und wasseraufsaugende mit Kalkkruste bedeckte Grübchen, die schon an den Cotyledonen auftreten (Engler, Lindmark). Die Blüten sind stark proterandrisch; erst verstäuben alle Staubgefäße, dann folgt ein neutrales Zwischenstadium, und dann erst entwickeln sich die Narben: Selbstbestäubung ist also vollkommen ausgeschlossen! Der Insektenbesuch ist aber ein so reichlicher (Müller beobachtete 91 Besucher, meist Fliegen[1]), daß die Bestäubung durch Kreuzung gesichert erscheint. Die Samen wiegen nur 0,0006 g und sind daher sehr flugfähig. Die Pflanze ist zirkumpolar, im nördlichen Nordamerika, im Altai und Kaukasus und auf den meisten europäischen Gebirgen verbreitet. Christ leitet sie aus Nordamerika her, Engler dagegen läßt die ganze Gruppe sich aus einem mediterranen Schöpfungszentrum entwickeln. Die viel reichere Entfaltung des Typus *Aizoon* in den Alpen, und der ganzen Gruppe in Europa, während *S. aizoon* der einzige Vertreter in Nordamerika ist, läßt die Englersche Vermutung wahrscheinlicher erscheinen.

An *Saxifraga aizoon* schließen sich wieder, wie bei *caesia*, einige vorwiegend süd- und ostalpine Schwesterarten an: die *crustata* Vest, die nach Pampanini aus den Illyrischen Alpen auf die südliche Kalkalpenzone ausstrahlt (Serbien, Illyrien, Karawanken bis Bergamaskeralpen, Stelvio, isoliert in den Kalkalpen von Steiermark und Salzburg); Beck rechnet sie zu den Alpenpflanzen; ferner die *Hostii* Tausch in den Seealpen, Bormio, Südtirol, Venetien, Krain, Kärnten und den Apenninen, die *altissima* Kerner in Obersteiermark.

Etwas weiter entfernt von *aizoon* ist der **dickblättrige Steinbrech** (*Saxifraga cotyledon* L., Fig. 245), eine prachtvolle Pflanze, die stattlichste unserer Saxifragen. Aus einer bis 12 cm messenden Rosette zahlreicher zungenförmiger Blätter erhebt sich eine reiche, bis 60 cm hohe pyramidale Blütenrispe. Die Achsen sind oft von leuchtendem Rot und fangen mit ihrer drüsigklebrigen Oberfläche aufkriechende Insekten ab; die schneeweißen Blüten sind nach Briquet, Lindman und Lindmark sowohl in den Alpen als im Norden ausgeprägt proterandrisch und werden besonders von Fliegen besucht. Die Samen wiegen nach Vogler 0,0004 g, sind also sehr flugfähig. Die blühende Rosette geht nach dem Fruchten zugrunde, der Stock bleibt aber durch die zahlreich gebildeten, an blattlosen Ausläufen hängenden sterilen Rosetten erhalten. Diese können nach Lindmark auch zur vegetativen Vermehrung beitragen.

---

[1]) Die Sprenkelung der Blumenblätter mit roten Tupfen kann bei allen Abarten fehlen, so daß auf dieses Merkmal keine Varietät gegründet werden kann.

Die Pflanze bewohnt ausschließlich kalkarme Gesteine und hat zwei weitgetrennte Verbreitungsbezirke: ein südeuropäisches Gebirgsareal in den Pyrenäen, Seealpen, Savoyen, Penninischen, Berner, Urner, Adula- und rhätischen, Veltliner und Kärntner Alpen, und ein nordisches

Fig. 245.

Der dickblättrige Steinbrech.
(*Saxifraga cotyledon* L., ca. 1/15 nat. Größe.)

Aus einer Gneisfelsspalte bei den Tosafällen im Formazzatal (Piemont) herabhängend, 1685 m ü. M. (Orig.-Phot. von C. S.)

Areal in Norwegen, Lappland, Island und dem subarktischen Ostamerika. Das südliche Areal ist nach Engler das ursprüngliche. Im Gegensatz zu *aizoon* ist diese Art gar nicht variabel. In den Alpen ist sie ausgesprochen transalpin, eine Charakterpflanze der südlichen Alpentäler und collin bis subalpin, von 210 m (bei Locarno, wo die Blütenrispen die Fronleichnamsaltäre schmücken) bis 2100 m (Hölle im Zapporttal); sie überschreitet die Wasserscheide besonders im Maderaner-, Maien- und Reußtal, wo sie mit dem Gotthardgneis bis Erstfeld geht; ferner im Hinterrheintal und Glennertal (Rofla, Avers bis Canicül, Zapport, Zervreila).

Das felsliebende artenreiche Geschlecht der Hungerblumen (*Draba*) klebt mit vereinzelten oder gehäuften Zwergrosetten am Gestein, und entfaltet auf niederen Schäften seine weißen oder gelben, homogamen oder proterogynen Kreuzblüten, deren Honig besonders von Fliegen genascht wird; alle können sich auch selbst bestäuben. Die Samen sind durch Kleinheit der Windverbreitung angepaßt.

Fig. 246.

Zwei Hungerblumen des Felsens (*Draba*, nat. Größe).

Links: Die filzige Hungerblume (*Draba tomentosa* Wahlenberg). — Unten von links und rechts: Scheidewand des Schötchens mit den Samen, Klappe des Schötchens und Blatt; alles mit Sternhaaren besetzt! — Rechts: Die zweifelhafte Hungerblume (*Draba dubia* Sauter = *frigida* Sauter olim); Blütenschaft und Schötchen ohne oder mit ganz wenigen Sternhaaren. (Nach Reichenbach.)

Die **immergrüne Hungerblume** (*Draba aizoïdes* L., Taschenflora Taf. 22, Fig. 6), gelbblühend und mit starren borstlich-gewimperten, sonst kahlen Rosettenblättern bewohnt vorwiegend die Kalkfelsen der Mittel- und Hochgebirge von den Pyrenäen und Cevennen und von Illyrien bis zu den Karpathen und dem Balkan (Serbien, Montenegro) und von

Sizilien bis Belgien und Südengland; in der Arktis findet sie sich nur in Labrador. Im alpinen Vorland hat sie zahlreiche Reliktstandorte: so in der Schwäbischen Alb, und besonders auf den Dolomiten des Fränkischen Jura; dort ist sie stellenweise so häufig, daß nach dem Verschwinden der Schneedecke ganze Felsabhänge goldgelb überzogen erscheinen (Hegi). Ihre Heimat wird allgemein im Süden gesucht, wo die Sektion *Aizopsis* noch reich gegliedert erscheint[1]). Sie ist wie viele Felsenpflanzen, gegen Höhenunterschiede wenig empfindlich und geht, allerdings in leicht flektierten Formen (der *montana*, *Beckeri*, *affinis* und *alpina*) von der Ebene bis in die Nivalregion, mit Schwerpunkt in der alpinen Region: Wallis 400(1800)—3400 m, Glarus 450—2500 m, Bünden 1700—3072, Bayern 350(1600)—2300 m.

Eine edaphische und regionale Parallelrasse dieser Felsenpflanze, aber mit weniger ausgesprochener Felsliebe, oft auch auf Schutt und Humus, und nur kalkarme Gesteine nivaler Höhen bewohnend, ist **Hoppes Hungerblume** (*Draba Hoppeana* Reichenbach = *Zahlbruckneri* Sauter) die nur in den Zentralketten der Alpen zu Hause ist (Wallis 2500—3600, Bünden 2200—2950 m).

Ein geographisch lokalisierter Endemismus der Salzburger Kalkalpen (mit Vorstößen nach Obersteiermark und den Cadorischen Alpen einerseits, und Oberbayern anderseits), ist *Draba Sauteri* Hoppe, mit *Hoppeana* näher verwandt als mit *aizoïdes*.

Unter den weißblühenden Draben, die sämtlich mit Sternhaaren versehen sind und oft ansehnliche Polster bilden, ist die **filzige Hungerblume** die häufigste (*Draba tomentosa* Wahlenberg, Fig. 246 links), auf Pyrenäen, Alpen und Karpathen beschränkt; *stellata* Sauter bewohnt Ostalpen und Karpathen, während die nahe verwandte *dubia* Sauter (Fig. 246 rechts) auch in der Arktis vorkommt, ebenso *Wahlenbergii* Hartmann (bis 3917 m) und *carinthiaca* Hoppe; letztere beiden sind indifferent, die übrigen kalkliebend.

Eine weitverbreitete kalkstete[2]) Spaltenpflanze des Felsens, auch Geröllpflanze ist die schmächtige **Felsen-Kernere** [*Kernera saxatilis* (L.) Rchb. = *Cochlearia saxatilis* Link.]. Die mehrköpfige Grundachse endigt in kleine blattarme, dem Fels angeschmiegte Rosetten rauher spateliger Blättchen, aus deren Mitte sich ein zarter Stengel erhebt, in lockere Trauben weißer Blüten oder kugliger Schötchen endigend (Fig. 247). Die Blüten zeigen eine ganz besondere Begünstigung der Fremdbestäubung durch die eigenartige Abbiegung der längeren Staubfäden zu den kürzeren

[1]) Vgl. A. Kerner in Schedae ad floram austriaco-hungaricam III p. 76.

[2]) Nur in der Dauphiné gibt Bonnier die Pflanze auf kalkfreier Unterlage an.

hinüber, so daß alle vom honigholenden Insekt berührt werden müssen. Die kleinen flachen Samen sind Windflieger. Die Pflanze ist vorwiegend subalpin, geht aber mit Fels und Kies tief herab und weit ins Vorland hinaus: Wallis 1300 bis 2220 m, bis 450 m herab, Waadt 450—2100 m, Glarus bis 1000 m, Bünden 300—2650 m (Piz Alv, SCHR.), St. Gallen, und Appenzell 400—2000 m (auch auf kalkhaltiger Nagelfluh) Bayern bis 2080 m. Ihr Gesamtareal erstreckt sich von den Pyrenäen bis zu den Liptauer Alpen und zum thessalischen Olymp, mit Ausbuchtungen in die Cevennen, Apenninen, den Jura, die Schwäbische Alb (Glazialrelikt, 600 bis 800 m) und vereinzelt in die Fränkische Alb. In Südtirol endemisch ist neben ihr die Alpen-Kernere (*K. alpina* [Tausch] Prantl), mit kurzen beblätterten Trauben und ungebrochenen Staubfäden (Bozen, Fleims, Fassa, Primiero, Vette de Feltra).

Fig. 247.
Die Felsenkernere.
(*Kernera saxatilis* [L.] Rchb.)
Nat. Größe, nach REICHENBACH.

Ganz ähnliche Rosettenscharen auf mehrköpfigem mit Blattresten bekleidetem Wurzelstock bildet die **niedrige Gänsekresse** (*Arabis pumila* Jacquin, Fig. 248 rechts), ausgezeichnet durch die Sternhaare auf Blatt und Stengel und durch die ansehnlichen schneeweißen Blüten. Sie sind stark protogyn, die Narbe überragt die Staubgefäße beträchtlich, so daß spontane Selbstbestäubung ausgeschlossen erscheint. Die 3—4 cm langen Schoten beherbergen geflügelte Samen von 2 mm Länge und 1,5 mm Breite. Die Pflanze bewohnt Kalkfels und Kalkschutt und ist nur in den Alpen und Karpathen zu Hause, subalpin-alpin-nival (Wallis 1500—2400 m, Waadt 1500—2500 m, Appenzell 2500 m, Bünden 1450—2800 m, Bayern 1400—2470 m, Tirol 1407 [Landro] bis 2000 m).

Mehr Schutt- als Felsenpflanze und weniger kalkstet ist die hochalpine **blaue Gänsekresse** (*Arabis coerulea* [All.] Hänke, Fig. 248 links), mit glänzenden, kahlen, nur am Rande gewimperten dicklichen Rosetten-

blättern, niedrigem Stengel und bläulichen, sich selbst bestäubenden Blüten (Wallis 2000—3000 m, Waadt 2000—2600 m, St. Gallen und Appenzell von 2000 m an, Bünden 2150—3180 m, Bayern 1950 bis 2580 m). Sie ist nur in den Alpen und Karpathen zu Hause.

Fig. 248.

Gänsekressen der Gesteinsfluren.
(Nat. Größe.)

Links: *Arabis coerulea* (All.) Hänke. — Rechts: *Arabis pumila* Jacquin.
(Nach Reichenbach.)

Auch die Felsenprimeln gehören zu den Rosettenpflanzen. Am felsstetesten ist die **Felsen-Aurikel**[1]) (*Primula auricula* L.), der schöne Frühlingsschmuck der Kalkfelsen, selten auf anderem Gestein wachsend. Ihre Hauptverbreitung hat sie in der subalpinen Region; sie steigt einerseits bis weit über die Baumgrenze (Wallis 2500 m, Glarus 2450 m, Graubünden 2656 m, St. Gallen 2200 m, Bayern 2550 m), andererseits aber tief herab, z. T. auf Reliktstandorten des Alpenvorlandes: so findet sie sich auf den Mooren des Isargebiets bei München (450—600 m, als var. *monacensis* Widmer als Unkraut auf Brachfeldern in Oberbayern bei 800 m (Sendtner), an feuchten Gneisfelsen am Hirschsprung im Höllental bei Freiburg im Breisgau (ca. 600 m, var. *Widmerae* Pax), ja bei Görz sogar bis 253 m, zusammen mit dem Ölbaum und *Osyris alba*.

Ihr kräftiges Rhizom hängt mit derben Wurzeln in Felsspalten. Kerner spricht dieselben als „Kontraktionswurzeln" an; sie sollen nach

[1]) In Tirol auch Platenigl, Osterblume, Rickel, Gamsblüml, Abbiß, „gelber Speik" oder „wilder Speik" genannt; in Steiermark Petergstam, in der Schweiz „Flüehblüemli".

ihm jedes Jahr das von hinten absterbende Rhizom ebenso weit gegen den Fels zurückziehen, es als vorn weiter gewachsen ist. SCHELLENBERG (frdl. schriftl. Mitteilung) hat in den stark verdickten Zellwänden der mächtig entwickelten Wurzelrinde Reservezellulose nachgewiesen, die im Frühling aufgelöst wird, und zweifelt an der Deutung KERNERS.[1])

Auch die Blätter enthalten Reservezellulose: „*Primula auricula* überwintert mit einer grünen Knospe, deren Blätter schon im Herbst ansehnlich entwickelt sind und lose aufeinander liegen. Das Schwammparenchym ist mächtig entwickelt und mit reichlichen Interzellularen versehen. Im Winter sind seine Zellen prall mit Stärke gefüllt und die Zellwände sind verdickt und bestehen teilweise aus Reservezellulose, die im Frühling wie die Stärke gelöst wird. Das Schwammparenchym ist somit im Winter Reservestoffspeicher; im Sommer ist es Wasserspeicher, denn es entwickelt (wie schon LASNIEWSKI gezeigt hat, siehe oben Fig. 211 S. 471) im Frühjahr in den Interzellularräumen reichlich Schleim, der das Wasser zurückhält. Entsprechend dieser Funktion des Schwammparenchyms zeigt das Blatt eine Verlagerung der Spaltöffnungen auf die Oberseite und starkes Zurücktreten des Blattgrüns im Schwammparenchym" (SCHELLENBERG, schriftl. Mitteilung).

In der Tat haben die Blätter eine bedeutende wasserspeichernde und aufsaugende Kraft. LASNIEWSKI ließ ein abgeschnittenes Exemplar welken (unter Verschluß der Wundfläche mit Vaselin); es verlor in 6 Tagen 46 $^0/_0$ seines Gewichts an Wasser. Dann würde der Stengel frisch abgeschnitten und in Wasser gestellt: nach 2 Tagen war die Pflanze wieder frisch und hatte wieder 19 $^0/_0$ ihres Gewichts an Wasser aufgenommen.

OETTLI stellte Verdunstungsversuche mit mehreren Felspflanzen an und fand, daß die Aurikel noch nach 33 Tagen kein konstantes Gewicht erreicht hatte (wie auch die *Saxifragen* und *Sempervivum*), also sein Wasser sehr festhält: Andere (*Potentilla caulescens* und *Sesleria*) hatten schon nach 5 Tagen ein konstantes Gewicht erreicht.

So sind also die Aurikelblätter deutlich xerophytisch angepaßt, trotz der dünnen Cuticula und der oberseits flach liegenden Spaltöffnungen: der Wachsüberzug und der Schleimgehalt der Interzellularen sind Transspirationsschutz.

Die hellgelben leuchtenden Blüten sind lang- und kurzgrifflig (siehe Fig. 211 S. 471) und werden reichlich besucht; DARWIN fand sie bei Selbstbestäubung sehr wenig fruchtbar. Die Samen sind leichte Windflieger (0,00026 g schwer).

---

[1]) Es sind in der Tat keinerlei Anzeichen von Runzelung an den Wurzeln zu sehen; das Rhizom wird bis 8 cm lang und liegt oft horizontal auf den Felsen, mit einseitig angeordneten Wurzeln.

Die Felsenaurikel zeigt in ihrer Gesamtverbreitung (siehe die Karte bei Pax, Monogr. der *Primulaceen*) zwei längs des nördlichen und südlichen Kalkalpenzuges hinziehende Streifen von den Seealpen bis zum Wiener Schneeberg nördlich, von den insubrischen Seen bis nach Illyrien andererseits. Außerdem tritt sie im Jura, vereinzelt im Schwarzwald, und in den Westkarpathen bis zur Kaschau-Eperjeser Bruchlinie auf, und noch einmal in sehr isoliertem Vorkommen auf dem Domugled und Vrf Šuškului bei Herkulesbad im Banat (als var. *serratifolia* Rochel). Auch auf den Apennin greift sie über (var. *ciliata* Moretti).

Unter den rotblühenden gesteinsliebenden Primeln steht die **breitblättrige** (*Pr. latifolia* Lapeyrouse = *viscosa* Allioni non Villars, Taschenflora Taf. 9, Fig. 3) der Aurikel am nächsten. Sie hat farblose Drüsen, die ein höchst eigenartiges schwach moschusartiges Aroma bedingen, gleichfarbigen Blütenschlund mit schwacher Absonderung weißen Mehlstaubs und eine trichterförmige Blumenkrone (nie flach ausgebreitet). Sie ist in den Ostpyrenäen, Westalpen und rhätischen Alpen zu Hause (in der Schweiz nur in Graubünden: Rheinwald, Avers, Albula, Davos, Engadin) und bildet mit der *P. integrifolia* der Schneetälchen einen nicht gerade seltenen Bastard (*Pr. Muretiana* Moritzi).

Als vikarisierende Art des kalkarmen Gesteins der zentralen Ketten, welche von *Auricula* gemieden werden, haben wir die rotblühende drüsenreiche **klebrige Primel** zu bezeichnen (*Primula viscosa* Villars = *hirsuta* Allioni, Taschenflora Taf. 9, Fig. 4). Auch sie ist Frühlingsblume und bekrönt in dichten Kolonien die Stirne steiler Gneisfelsen; auch sie steigt weit hinab: bis zum Spiegel der oberitalienischen Seen bei Locarno (220 m) begleiten ihre Frühlingsblüten[1]) den Gotthardwanderer; im Wallis beginnt sie schon bei 500 m am Wasserfall der Pissevache. Anderseits geht sie weit in die Nivalregion: im Wallis steigt sie bis 3600 m; in Bünden bis 2990 m; diese hochalpine reduzierte Form hat fast stiellose Blüten, die beinahe größer sind als die ganze Pflanze (f. *excapa* Hegetschweiler[2]), oft mit *Pr. minima* verwechselt). Die etwas

---

[1]) Bei Losone, 350 m blühte sie am 2. April, auf der Furka di Bosco bei 2150 m am 26. Juli. „In ihrer vollen Blütenpracht lernte ich *Primula viscosa* erst am 21. Juni 1879 kennen, als ich sie am Fluelapaß inmitten weiter Schneefelder mit ihren großen satt violettroten Blüten aus den vom Schneewasser triefenden Felsklüften schon von weitem hervorleuchten sah" (Müller-Lippstadt).

[2]) Sie geht allmählich in die größeren Formen über. „Legt man eine $1^1/_2$ bis 2 cm hohe Pflanze der Hochalpen mit fast ungezähnten Blättern, deren Spreite fast ohne Verschmälerung in die Scheide übergeht, mit anliegenden Kelchen und einer oft fast schaftlosen und fast ungestielten Blüte neben eine 10—15 cm hohe Pflanze der Täler mit langestielten grobgezähnten Blättern, großen weitabstehenden Kelchen und zahlreichen langgestielten Blüten, so sollte man nicht glauben, daß dieselben zusammengehören könnten. Gleichwohl sind sie durch alle möglichen Zwischenformen verbunden" (E. Widmer).

fleischigen Blätter sind mit reichlichen Balsam produzierenden Drüsen besetzt, die gegen den Herbst hin sich stark rot färben (Gruppe der Rotdrüsigen oder *Rufiglandulae*), ein wirksames Schutzmittel gegen Fraß; die Pflanze haucht einen kräftigen Harzduft aus und ist klebrig, so daß aufkriechende Honigdiebe gefangen werden. Die großen, bis 25 mm Durchmesser erreichenden Blüten zeigen als Leitfleck für die besuchenden Falter einen heller gefärbten Schlundeingang (aber niemals Mehlpuder, zum Unterschied von *Primula latifolia*).

Der kräftige, meist unverzweigte Erdstock erreicht eine Länge von 11 cm, und ist oft bis zur Basis in eine weite lockere Hülle von verschrumpften, rotgefärbten alten Blättern eingehüllt, so daß die lebenden Rosetten einem ganzen Nest aufsitzen. An einem Exemplar von Davos (Seehorn bei 2050 m leg. von Tavel) ließen sich auch noch 8 ältere Blütenschäfte bis zum Grunde des 8 cm langen Rhizoms konstatieren; es war also 8 Jahre alt. In andern Fällen sind die Blätter bis auf zerfaserte Stielansätze zerstört. Die Wurzeln sind auch hier sehr kräftig und lang.

Diese schöne Primel bewohnt kalkarme Felsen und steinigen Rasen der Pyrenäen, der Zentralalpen und der südtiroler Dolomiten (dort auf Porphyr).

Sie bildet mit der Felsenaurikel einen nicht gerade seltenen fruchtbaren Bastard (*Pr. auricula* × *viscosa* = *Pr. pubescens* Jacquin), der durch Rückkreuzung mit den Eltern ganze gleitende Reihen „goneocliner" Formen zwischen den beiden Stammarten bildet, durch alle Farbennuancen zwischen gelb und rot gekennzeichnet. „Er findet sich fast immer, wo die beiden Eltern zusammentreffen, was freilich nicht sehr häufig der Fall ist" (E. Widmer) (Javernaz bei Bex, Sernftal, Kt. Glarus, Marschlins bei Landquart, Arosa, Davos usw.). Von diesem Bastard stammt die Gartenaurikel ab, wie namentlich A. v. Kerner gezeigt hat („Die Geschichte der Aurikel", Zeitschrift des deutsch-österr. Alpenvereins 1875).

Die vier weiteren alpinen Arten der rotdrüsigen Aurikeln sind geographisch getrennt und flankieren das Areal der *viscosa* im Westen, Süden und Osten. Die piemonteser Primel (*Pr. pedemontana*) durch ihre glänzenden, rot umsäumten Blätter, durch Größe, Reichtum und Farbenpracht der Blüten wohl die schönste Alpenprimel bewohnt Fels und Schutt der Kottischen und Grajischen Alpen von 1400—3000 m. Die kottische Primel (*Pr. cottia* Widmer) ist auf die Kottischen Alpen beschränkt. *Primula villosa* Jacquin und *oenensis* Thomas siehe S. 473.

Sehr häufig besiedelt auch eine insektenfressende Pflanze der Moorwiesen feuchte Felsstandorte auf Kalk: das **Alpen-Fettkraut** (*Pinguicula alpina* L., Fig. 249). Oettli fand diese Pflanze auf dem feinen kalkreichen und humusarmen Schlamm der Schichtfugen des Schrattenkalkes im Säntisgebiet bis 1650 m; sie geht dort bis 2000 m, im Wallis „auf feuchten

Wiesen und Felsen“ bis 2350 m, im Glarus bis 2250 m. Sie ist schwach bewurzelt, ihre bleichgrünen, dem Fels fest angepreßten dicklichen Rosettenblätter sind bedeckt mit Drüsen, welche ein klebriges Sekret absondern. Kleine Insekten werden dadurch gefangen. Infolge des Reizes findet eine Einrollung des Blattrandes und eine vermehrte Schleimabsonderung statt; es wird ein verdauendes Enzym, eine Säure und ein antiseptisch wirkender Stoff ausgeschieden; die Verdauung findet ohne Mitwirkung der Mikroorganismen statt.[1] Noch lange findet man die unverdaulichen Chitinreste der Opfer als schwarze Flecken auf dem Blatt. Die Pflanze überwintert mit zwiebelartiger Endknospe, in deren Innerem sich die Anlagen für die Rosettenblätter des nächsten Jahres finden. Außerdem werden in den Achseln der obersten Laubblätter kleine, 3 mm lange Brutzwiebelchen gebildet, die der vegetativen Vermehrung dienen.

Der seitlich entstehende Blütenschaft trägt eine weiße Blüte, zweilippig und mit einem Sporn versehen. Die eigenartige Bestäubungseinrichtung dieser „Fliegen-Klemmfallenblume“ möge aus Fig. 249 ersehen werden. Die sehr kleinen Samen werden durch den Wind verbreitet.

Zu den rosettenbildenden Felsenpflanzen gehört auch die Sippe der **Hauswurz-Arten** (*Sempervivum*). Es sind ausdauernde Sukkulenten; sie beginnen mit einer mittelständigen, die Grundachse abschließenden Rosette dicht geschindelter saftiger Blätter.[2] Ist sie blühreif geworden, so schießt sie in einen beblätterten oft stattlichen Blütentrieb empor, und stirbt nach der Fruchtreife ab. Sie wird ersetzt durch seitliche Rosetten, die aus den Achseln der untern Blätter der Hauptachse am Ende kürzerer oder längerer Seitentriebe entstehen und in ihrer Gesamtheit zu einem oft ansehnlich werdenden Hohlkugelpolster zusammenschließen. Vegetative Vermehrung findet durch schnurartig verlängerte Ausläufer statt, an deren Ende kugelige Rosetten sitzen. Sind diese festgewurzelt, so stirbt der Ausläufer ab und es ist eine neue selbständige Pflanze entstanden.

Die Hauswurzarten sind neben den Fetthennen die einzigen Vertreter der „Blattsukkulenten“ in der Alpenflora. Diese ökologische Gruppe, durch fleischige Blätter charakterisiert, ist in besonders wirksamer Weise an Trockenheit angepaßt: Die Blätter der Hauswurzarten sind dick, spatel- bis kegelförmig; die Cuticula ist stark entwickelt, die Spaltöffnungen sind eingesenkt; sie sind förmliche Wasserspeicher, bergen in

---

[1]) Vgl. namentlich GOEBEL, Pflanzenbiologische Schilderungen II S. 181, und FENNER, C. A., Beiträge zur Kenntnis . . . einiger Insektivoren. Flora 1904.

[2]) Oft ist die Rosette bei einseitiger Anlehnung an Felsen schief entwickelt, mit gestreckten hinteren Blättern. Auch ein Rostpilz (*Endophyllum Sempervivi* Lév.) bringt eine auffallende Streckung der Blätter hervor, verbunden mit Rotfärbung.

ihrem Innern ein besonderes Wassergewebe; sie halten das Wasser mit besonderer Hartnäckigkeit zurück;[1]) sie sind von unglaublicher Lebenszähigkeit[2]) und können auffallend hohe Temperaturen ohne Schaden ertragen: Askenasy maß an der Sonne im Innern einer Rosette eines Sempervivum 51° C! Daß anderseits die Berg-Hauswurz auf dem

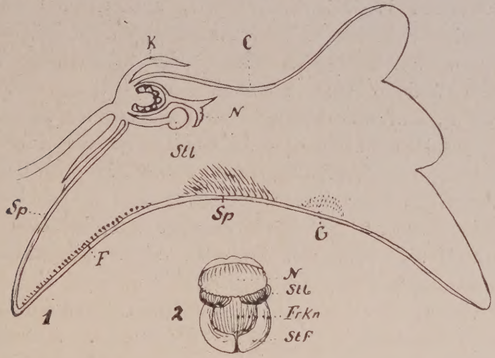


Fig. 249.

Die Blüteneinrichtung des Alpen-Fettkrauts.
(*Pinguicula alpina* L. in 4/1 nat. Größe.)

1. Längsschnitt durch die Blüte. 2. Staubgefäße und Stempel von vorn gesehen.
K=Kelch, C=Krone, Stb=Staubbeutel, Stf=Staubfaden, N=Narbe, Frkn=Fruchtknoten, Sp=Sporn, F=Futterhaare, Sp=Sperrhaare, G=Gaumenfleck.

Eine mittelgroße Fliege kriecht, durch die gelben Gaumenflecken (G) geleitet, bis zum Sporn (Sp) vor, um die köpfchentragenden Futterhaare in irgend einer, nicht näher festgestellten Weise zu genießen. Die steifen Sperrhaare (Sp) hindern sie am Rückzug, sie ist gleichsam in eine „Klemmfalle" geraten. Bei ihren Bestrebungen, sich los zu machen, drängt sie nach oben und gerät so mit dem Staubbeutel in Berührung. Der auf der Oberseite empfängnisfähige Narbenlappen (N) wird nach oben gepreßt und nicht bestäubt. Kann aber die Fliege sich losmachen und kriecht sie in eine andere Blüte, so streift sie ihren Pollen auf die Narbe ab. Selbstbestäubung ist ausgeschlossen, da der Pollen nicht von selbst auf die wie eine Decke über die Staubbeutel sich breitende Narbe gelangen kann.
(Nach Müller-Lippstadt.)

Gornergrat bei 3250 m zweifellos sehr tiefe Temperaturextreme ertragen muß, ist einleuchtend. Alle Semperviven überwintern mit nackten, offenen grünen Blattrosetten, die dann meist rötlich überlaufen sind. Immerhin sind sie trotz dieser Zähigkeit in der nivalen Region selten: nur 3 Arten überschreiten in den Schweizeralpen 2600 m, *montanum* geht bis 3250 m.

---

[1]) Daß dabei der Schleimgehalt der Säfte eine wasserhaltende Rolle spielt, wie stets behauptet wurde, wird neuerdings auf Grund von Versuchen angezweifelt.

[2]) Eine Hauswurzart von Teneriffa (*S. caespitosum*) lag nach Decandolle 18 Monate lang als gepreßte Pflanze im Herbarium und lebte nachher doch wieder auf, als man sie einpflanzte.

Diese resistenten Gewächse bewohnen in ca. 50 Arten die Gebirge Mittel- und Südeuropas, den Kaukasus, Himalaya und besonders die atlantischen Inseln.

Die Arten sind zahlreich und bastardieren sehr häufig miteinander.[1]) Die alpinen Formen bewohnen mit Vorliebe das Urgebirge; kalkliebende Formen sind aus den Alpen nicht bekannt. Nach ENGLER liegt ihr Entstehungszentrum im Mittelmeergebiet, und CHRIST betrachtet die Gattung als eine reduzierte Fortsetzung des Entwicklungszentrums der zahlreichen und stattlichen Crassulaceen der atlantischen Inseln: also jedenfalls eine südliche Note in den Alpen.

Die Blüten, auf gabeldoldigen und spreizenden Ästen zentrifugal aufblühend, gehören durch die Vielstrahligkeit der Krone und den leuchtenden Glanz oder den zarten Hauch ihres Purpurs zu den reizendsten Gebilden der Alpenflora; einige blühen gelb. Es sind die einzigen Blüten unserer gesamten Flora, die in einem Kreise 10—13 Elemente zeigen. Der Honig wird von kleinen Drüsenschüppchen außen am Grunde der zahlreichen strahlig angeordneten Stempel abgeschieden und in ebenso vielen, durch Fruchtknoten und Staubfäden gebildeten Höhlungen wohl geborgen dem Insekt dargeboten. Auf den Stempeln sitzend, drehen sich die Hummeln rings herum, um ein Nektarnäpfchen nach dem andern auszusaugen („Revolverblüten"); dabei bepudern sie sich in den protandrischen Blüten jüngerer Stadien gerade dort mit Pollen, wo sie in alten Blüten die Narben streifen, die sich genau an der Stelle einstellen, wo vorher die nun auswärts gebogenen Staubbeutel standen (wie namentlich GÜNTHART nachgewiesen hat). Selbstbestäubung findet hin und wieder am Schlusse des Blühens statt. — Die sehr kleinen Samen (Gewicht bei *S. acuminatum* 0,0002 g) werden durch den Wind verbreitet.

Der auffallendste Typus unter den Semperviven der Alpen ist die **„spinnwebige Hauswurz"** (*S. arachnoideum* L., Taschenflora Taf. 23, Fig. 10, Textfig. 250). Lange Haare entspringen an der Spitze der Rosettenblätter und verweben sich zu einer spinnwebartigen Hülle, welche die kugeligen Rosetten mit schneeweißem Filz bedeckt; an schattigen Stellen tritt freilich das Spinnengewebe sehr zurück und die Rosetten erscheinen grün.[2]) In der Sonne aber sitzen sie wie weiße Kugeln in gedrängten hohen Polstern vereinigt auf den Felsspalten, und

---

[1]) Eine umfassende Monographie dieser schwierigen Gattung wird in der wissenschaftlichen Welt mit Spannung aus der kundigen Hand von Professor R. v. WETTSTEIN-Wien erwartet, der seit Jahren dieselbe vorbereitet hat.

[2]) Die Spinnwebhaare sind nach den Untersuchungen von MARIE DINTEL (Österr. bot. Zeitschrift Bd. 55, 1905, S. 213 ff.) umgewandelte Drüsenhaare. In der Jugend unterscheiden sie sich nur durch ihre Zweireihigkeit von den Drüsenhaaren. Das harzartige Sekret verklebt die Haare eines Blattes mit denen anderer

erzeugen in Mengen die niedrigen Stengel mit gehäuften Blüten, deren leuchtendes Rot die Silikatfelsen von der heißen Talsohle des Wallis bei 500 m bis in die eisigen Höhen der Schneeregion bei 3000 m schmückt.

Fig. 250.

Die spinnwebige Hauswurz.

(*Sempervivum arachnoïdeum* L.)

Weiße Polster aus zahlreichen Rosetten bestehend, auf Felsen bei Branson im Unterwallis, bei 500 m ü. M. (Aufn. von E. Ganz, Zürich.)

Die Pflanze ist in den Pyrenäen und gesamten Alpen verbreitet, immerhin mit deutlicher Bevorzugung der zentralen und südlichen Ketten.[1])

Ebenso allgemein alpin, östlich aber bis zu den Karpathen und dem Kaukasus verbreitet, ist die **Berg-Hauswurz** (*S. montanum* L.) ohne

---

Blätter, und wenn die Blattspitzen durch das Wachstum der Rosette auseinanderweichen, werden die Haare passiv gedehnt. Ihre mechanische Resistenz gegen diesen Zug wird durch dicke Zellwände und eine Torsion gesteigert; ihre Bedeutung als Transpirationsschutz wird durch ihren schließlichen Luftgehalt erhöht.

[1]) Nahe verwandt sind *S. tomentosum* Schnittspahn mit abgeflachten schneeweißfilzigen Rosetten, und *Doellianum* Lehmann mit schwachem Spinnwebüberzug. Die zahlreichen Bastarde von *arachnoïdeum* sind stets an der Spinnwebbildung zu erkennen.

Spinnwebhaare, aber mit überall dicht drüsigen Blättern, höheren Stengeln und violettroten (beim Albino var. *pallidum* Wettstein weißlich-gelben) Blüten, bis 3250 m ansteigend, weniger kieselstet, auch den Rasen bewohnend und weiter in die Voralpen hinausgehend. Nur am Rande gewimpert, am Grunde rot sind die Rosettenblätter bei der **Alpen-Hauswurz** (*S. alpinum* Grisebach und Schenk); bei der stattlichsten von allen, der **Dach-Hauswurz** (*S. tectorum* L.) sind die Rosettenblätter am Grunde weiß. Das ist die auf Dächern oft angepflanzte Form, die einem alten Aberglauben zufolge den Blitz abhalten soll („Donnerbart"); sie steigt bis 2400 m und erzeugt mächtige Blütentriebe, bis zu einem halben Meter lang. Das prächtige gelbblühende kahle *S. Wulfeni* Hoppe ist vorwiegend östlich, von den Tauern bis oft ins Engadin, das ebenfalls gelbblühende, aber drüsige und duftende *Gaudini* Christ ist süd- und westalpin.

Nach freundl. schriftl. Mitteilung von R. v. Wettstein kommen in den österreichischen Alpen außerdem noch vor: *S. acuminatum* (Südalpen), *S. styriacum* (Vertreter des *S. montanum* in den östlichen Alpen), *S. dolomiticum* (Dolomiten Südtirols), *S. arenarium*, *S. hirtum* und, wie überall, massenhaft Bastarde.

Wohl die felssteteste Rosettenpflanze der Alpen ist das subalpine **stengelige Fingerkraut** (*Potentilla caulescens* L.), eine typische Spaltenpflanze des Kalks, über die Oettli sehr eingehende Untersuchungen angestellt hat. Ihre Bewurzelung ist eine sehr ausgiebige: „An irgend einer Stelle senkt sich die $^1/_2$—1 cm dicke Grundachse in eine kaum millimeterbreite Spalte ein, die Zylinderform fast unvermittelt mit der Bandform vertauschend. Meist erfolgt eine reiche Verzweigung der Hauptwurzel schon einige Zentimeter unter der Oberfläche. Wie bei andern Felsenpflanzen entsteht dabei aus all den in einer Ebene verlaufenden Fasern ein dichtes stoffartiges Gewebe von circa Taschentuchgröße. Abweichend in ihrem Verhalten ist aber die Fähigkeit der Potentillenwurzel, selbst in unmeßbar feine Sprünge des Felsens einzudringen und sich darin reichlich zu verzweigen. Ich möchte die Feinheit dieser Sprünge mit denen eines gesprungenen Glases vergleichen. Und das besagte Wurzeltuch braucht keineswegs der Hauptbestandteil des Wurzelsystems zu sein, indem in jeder Verwitterungsspalte Wurzeläste abgegeben werden. So entstehen zahlreiche durch millimeter- bis mehrere Dezimeter breite Steinlamellen getrennte Wurzelnetze von insgesamt mehreren (meist über 10) Quadratdezimeter Fläche. Die feinsten der durchsetzten Sprünge erscheinen makroskopisch völlig detritusleer, während die Spalten, in denen sich die Wurzeln zu ganzen Wurzelflächen vermehren, Detritus in irgendwelcher Provenienz enthalten. Die feinen Spalten erweisen sich aber stets als feucht. Unter dem Mikroskop sieht man auch, daß der sie begrenzende Fels oberflächlich voll Kalkschülferchen

ist, und nur die Orte, die von Würzelchen bestrichen werden, erscheinen als reingefegte Wege, wie Regenwurmspuren im leichten Straßenstaub. Es ist also nicht unwahrscheinlich, daß Anätzung des Felsens mit im Spiele ist. — In andern Fällen kann aber mehrere Dezimeter weit die Abgabe von Nebenästen geringfügig sein gegenüber einer dreidimensionalen Verästelung des stärksten Wurzelzugs in irgend einem humusgefüllten Hohlraum. Sobald eine Wurzel aus einer Spalte, in der sie von einem papierdünnen Streifen zusammengedrückt war, in eine breitere Spalte eintritt, nimmt sie wieder Zylinderform an. Wurzelhaare beobachtete ich nur wenige" (OETTLI).

Trotz ihrer absoluten Felsstetigkeit zeigt *Potentilla caulescens* keine xerophytischen Merkmale und verliert beim Austrocknen ihr Wasser sehr rasch; sie scheut Beschattung und ist als Keimpflanze sehr genügsam. Als ihren speziellen „Wurzelort" bezeichnet OETTLI: Schmale, ärmlich mit Humus ausgestattete oberflächliche Spalten kompakter Wände, welche in Verbindung stehen mit ausgedehnten inneren Fugen und Hohlräumen, die einen Wasservorrat bergen.

Die vielgestaltige Art ist vorwiegend montan und subalpin und tangiert kaum die alpine Region (Wallis 380—2100 m, St. Galleralpen bis 1700 m, Bayern 800—1800 m). Sie folgt den Gebirgen am Nordrande des Mittelmeergebiets von Spanien durch Frankreich, die ganze Alpenkette bis zum Balkan und ist auch in Italien und Nordafrika zu Hause, also ein südeuropäisches Gebirgselement.

In der Gruppe der „Alpinae", die eine südeuropäisch-orientalische Verbreitung hat, schließen sich noch eine Reihe schöner rosettenbildender subalpiner und alpiner Felsenpotentillen an unsere Art: Eine Zierde der höchsten Felszinnen der südlichen Kalkalpen (2—3000 m) von Venetien bis zum Comersee einerseits, in Savoyen und der Dauphiné anderseits ist das **glänzende Fingerkraut** (*P. nitida* L., Fig. 251). In dichten weißschimmernden Polstern schmiegt sie sich an den Fels, überdeckt mit den zart rosa überhauchten Blüten. Noch ausgeprägter östlich ist **Clusius' Fingerkraut** (*P. Clusiana* Jacquin), mit weißen Blüten und nur unterseits seidenhaarigen Blättern, von Oberbayern bis Montenegro die Felsen, Schuttfluren und steinigen Weiden der Kalkberge bewohnend (1600—2000 m); BECK möchte ihren Ausgangspunkt in die illyrischen Gebirge verlegen. Ein kieselliebender Endemismus der Seealpen ist die schöne seidenhaarige *P. Valderia* L., 1300—2400 m, ein ausgesprochen westlicher Typus das **Schnee-Fingerkraut** (*P. nivalis* Lapeyrouse, franz. Alpen, bis 2751 m, Pyrenäen, Spanien). Etwas isoliert unter ihren Verwandten und am nächsten mit einer syrischen Form (*P. Libanotica* Boissier) verwandt ist das **schmalblättrige Fingerkraut** (*P. grammopetala* Moretto), ein eng lokalisierter silicicoler Endemismus der Insubrischen Alpen (Misox, Val Intrasca, Valle Vegezzo, Anzasca, Valsesia) und der östlichen

Fig. 251.

Das glänzende Fingerkraut.
(*Potentilla nitida* L.)

Auf dem Schlern in Südtirol, ca. 2500 m, phot. von KRASKOVITS.
(Aus dem Exkursionsführer des II. internat. bot. Kongresses, Wien 1905.)

Grajischen Alpen (Val Campiglia 2300—2500 m, Vallon de Valeille [Cogne], Gr. St. Pierre, Valnontey, Col de Valbella).[1]

Mit einer überwinternden bleibenden Rosette entspringen einige felsbewohnende Habichtskräuter den Spalten; sie sind alle von vorwiegend montan-subalpiner Natur und steigen nur wenig über die Baumgrenze. Das **stengelumfassende Habichtskraut** (*H. amplexicaule* L.) ist

[1]) Siehe VACCARI, L, Catalogue raisonnée des plantes vasculaires de la vallée d'Aoste. — Aosta 1904, S. 150.

durch den klebrig-drüsenhaarigen Überzug und die stengelumfassenden Blätter charakterisiert; es geht von der Ebene bis 2400 m (Wallis; im Bünden bis 2150 m, bei Olivone nach STEIGER) und ist kalkliebend. Es bewohnt Nordafrika, die Pyrenäen, den Jura, die Alpen, Abruzzen, Sardinien, die Balearen und Korsika (ZAHN).[1] Das **niedrige Habichtskraut** (*H. humile* Jacquin) hat ungefähr die gleiche Höhenverbreitung (bis 2500 m, Bayern 1135—2200), ist noch felsen- und kalksteter als das vorige und von ähnlicher Allgemeinverbreitung (Pyrenäen, Alpen, Jura, Vogesen, Schwarzwald, rauhe Alb, Kroatien, Herzegowina, Bosnien, Abruzzen, Apennin; in der schwäbischen Alb als Glazialrelikt vom Donautal bis ins Filsgebiet; auch auf dem Hohentwiel). Das kahlblättrige **bläuliche Habichtskraut** (*Hieracium glaucum* Allioni), eine Rosette grasähnlicher Grundblätter erzeugend, besiedelt Kalkfelsen der Alpen, Abruzzen, Dalmatiens und Siebenbürgensbis 2000 m, und steigt mit den Flußkiesen weit herab; ähnlich verhält sich das nahe verwandte **hasenohrähnliche Habichtskraut** (*H. bupleuroïdes* Gmel.), das im Wallis bis 2500 m steigt, und auch im Jura, in Schwaben, Bayern, Ungarn, Galizien, Serbien, Bosnien, Dalmatien und den Abruzzen vorkommt. Auch das schon früher erwähnte zottige H. (*H. villosum* L.) geht häufig auf Kalkfelsen über.

§§§ 4. Rasenbildner des Felsens.

Darunter fasse ich diejenigen Formen zusammen, bei welchen zahlreiche, mehr weniger dicht gedrängte Triebe mit grundständigen schmalen aufrechten Blättern einen ebenen Horst bilden.

§§§§ 1. Monocotyle Rasenbildner.
(Gräser und Scheingräser.)

Unter den horstbildenden feinblättrigen Schwingeln der Alpen ist der schmächtigste, zarteste und bleichste der **Alpen-Schwingel** (*F. alpina* Suter); an seinen sehr kurzen Staubbeuteln (nur $^1/_2$ bis höchstens 1 mm lang, bei den ähnlichen Alpenformen 2—3 mm) ist er leicht zu kennen. Er bewohnt mit Vorliebe die Gesteinsfluren und ist kalkliebend und hochalpin (Wallis 1800—3000 m, Bünden bis 3086 m, Tirol bis 2719 m), übrigens sehr sporadisch, und überwiegend in den mittleren und südlichen Ketten, von Savoyen bis Kroatien zu Hause; sonst nur noch in den Apenninen und Pyrenäen.

---

[1]) Vergleiche die umfassende Monographie „Die Hieracien der Schweiz" von HERMANN ZAHN, in den Denkschriften der Schweiz. naturf. Ges. Bd. 40. Zürich 1906.

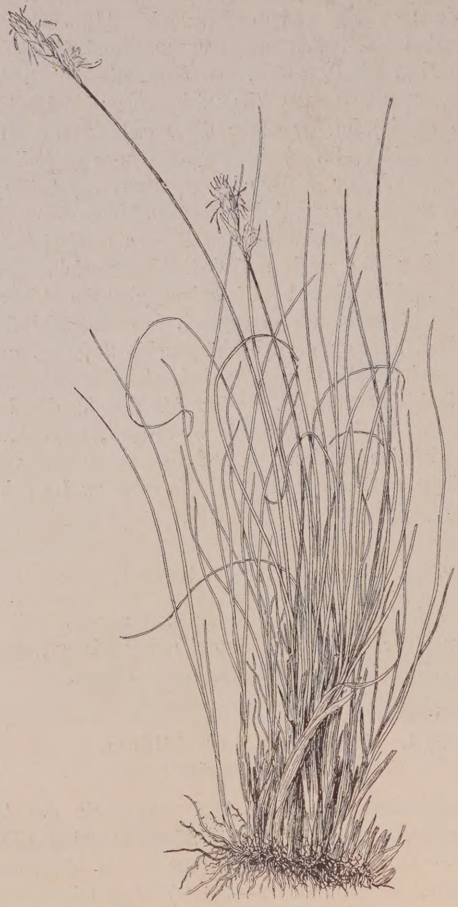


Fig. 252.

Die stachelspitzige Segge (nat. Größe).
(*Carex mucronata* Allioni.)
Am Schiahorn bei Davos bei 2000 m, leg. C. SCHR.
(Nach Natur von L. S.)

Der Proteus unter den Rispengräsern, das ungemein anpassungsfähige und vielgestaltige **Hainrispengras** (*Poa nemoralis* L.) geht in einigen seiner steifern Formen auf dem Fels bis hoch in die Alpenregion,

herdenweise die Spalten besiedelnd[1]) (Wallis bis 2600 m, Bünden 2858 m [Sassalbo, Brockmann], Tirol bis 2400 m).

„In der **stachelspitzigen Segge** (*Carex mucronata* Allioni, Fig. 252) tritt uns eine Spezies entgegen, die sich als ausgesprochene Spaltenpflanze darauf verlegt hat, den verschleppten Humus aufzufangen.“ — „Sie wächst dichtrasig; die untersten Teile vorjähriger Triebe bleiben als kleine, ca. 2 cm lange, mit der Grundachse fest verbundene, einige Millimeter voneinander entfernte Zäpfchen bestehen. . . Das Ganze sieht aus wie eine Lawinenverbauung und wirkt auch ganz ähnlich. Was durch die Spalte herabfällt, wird an dem Rechen der Zäpfchen gestaut.“ . . . „Dabei scheint es, daß *Carex mucronata* nicht wie *Globulacia cordifolia* (siehe oben Seite 204) größtenteils trockenen Detritus auffängt, sondern . . . denselben durch Filtrieren des bei starkem Regen herabrinnenden, detritusführenden Wassers gewinnt“ (Oettli). Die Pflanze wächst im Säntisgebiet (dem Beobachtungsgebiet Oettlis) ausnahmslos an allen stark geneigten Wänden in Südexposition zwischen 900 m und 1900 m, fehlt aber der Nordexposition und dem Gault; in den Churfirsten tritt sie erst an den Gipfelwänden von 1800—2100 m auf. In Bünden geht sie bis 2762 m (Alveneueralpen, Br.), in Bayern bis 2200 m, in Tirol bis 2500 m; anderseits steigt sie, wie viele Felsenpflanzen, weit ins Tal hinab: bis Riva am Gardasee bis in die Region des Ölbaums, an der Ponalestraße bis 120 m, bei Varenna am Comersee bis 260 m (Brockmann). Sie besiedelt auch Kalk- und Gipsgrus-Geröll: so z. B. auf den Gipshügeln von le Gessi im Berninagebiet, wo sie am Südwesthang beis ca. 2400 m auf Gipsgrus einen dichten Rasen bildet, mit *Sesleria coerulea* vikarisierend und begleitet von *Carex firma*, *Dryas octopetala*, *Globularia cordifolia*, *Leontopodium*, *Helianthemum alpestre*, *Aster alpinus*, *Bartschia*, *Primula farinosa*, *Biscutella laevigata*, *Gypsophila repens*, *Bellidiastrum*, *Pedicularis verticillata* und *Carduus defloratus*.

Diese Segge bewohnt die ganzen Alpen von den Seealpen bis Niederösterreich, Steiermark und Krain, kommt auch in Dalmatien und dem Apennin vor, fehlt aber auf weiten Strecken (so z. B. in der ganzen westlichen Schweiz) und folgt besonders den Kalkalpenzonen. Sie gehört zum endemisch-alpinen Element und stellt eine systematisch ganz isolierte, offenbar alte Art dar, für sich allein eine Gruppe bildend.

Feuchte Felsen bewohnt die vorwiegend subalpine **kurzährige Segge** (*C. brachystachys* Schranck = *tenuis* Host), in dichten Horsten aus schmalen

---

[1]) So namentlich die var. *montana* Gaudin und var. *glauca* Gaudin, letztere durch Wachsüberzug bläulich überlaufen, ferner var. *firmula* Gaudin. Über den Knoten entwickelt sich nicht selten durch den Stich einer Gallmücke (*Hormomyia Poae* Bosc.) eine höchst eigenartige Galle, die aus gekrümmten, einen dichten Knäuel bildenden Würzelchen besteht (noch bei 1500 m gefunden).

borstlichen Blättern Spalten und Absätze besiedelnd, von den Pyrenäen bis Serbien die Gebirge begleitend. Auch die seltene *C. fimbriata* Schkuhr (= *hispidula* Gaudin) wächst in feuchten Felsspalten, seltener im Rasen, in weiten Sprüngen sporadisch verbreitet von den Grajischen Alpen bis Tirol, ein Endemismus der Alpen; im Wallis nur im Bagnetal und bei Zermatt, in Graubünden nur im Puschlav am Cancianopaß auf schiefrigem Harburgit-Serpentin von 1850—2540 m, bis ins Malencotal.[1])

§§§§ 2. Rasenbildende Dicotyledonen.

Eine sehr felsenstete Spaltenpflanze ist die **niedrige Rapunzel** (*Phyteuma humile* auctorum), dem *Ph. hemisphaericum* nahestehend, durch längere Hüllblätter des Köpfchens verschieden. Sie bewohnt in sporadischer Verbreitung als seltene hochalpine calcifuge Felsenpflanze (1800—3250 m) die Penninischen, Rhätischen, Bergamasker und Adamello-Alpen. Sie sitzt mit holzigen verzweigten Grundachsen in den Spalten, die sich sympodial entwickeln, mit Erneuerungssprossen aus den Achseln von Niederblättern. Die langen schmalen Grundblätter überragen den niedrigen Stengel.[2])

Vorwiegend subalpinen Charakter trägt die Gruppe der „saxicolen" Rapunzeln, höher, stattlicher als die eben besprochenen, nicht mit linealen, sondern lanzettlichen oder eiförmigen langgestielten Grundblättern, und mit linealen, die Köpfchen überragenden Hüllblättern, lauter typische rasenbildende Felsbewohner.

Die **gehörnte Rapunzel** (*Ph. corniculatum* Gaudin) hat 3 Narben; sie wächst in vorwiegend transalpiner Verbreitung von den Savoyer und Grajischen Alpen bis zum Karst, von 200—3600 m, und zerfällt in zwei Unterarten: eine kalkliebende (var. *Charmelioïdes* [Biroli] R. Schulz, mit herzförmigen Grundblättern) und eine kieselstete (var. *Scheuchzeri* [Allioni] Gaudin, mit nicht herzförmigen Grundblättern); sie ist eine typische Begleiterin des *Festuca varia*-Rasens. Vorwiegend westlich ist das meist zweinarbige *Ph. Charmelii* Villars, mit rundlichen bis nierenförmigen Blättern an den sterilen Trieben, das von der Sierra Nevada

---

1) Dort bildet diese Segge einen Bastard mit *C. sempervirens*, v. Brockmann entdeckt (l. c. S. 96).

2) Nach R. Schulz (Monographische Bearbeitung der Gattung *Phyteuma*, Dissert. Zürich 1904) zerfällt die Art in zwei geographische Rassen, eine westliche (*Th. humile* Schleicher s. str., mit eiförmigen geschwänzt zugespitzten Hüllblättern und stark gekrümmten Blütenknospen) und eine östliche (*Ph. hedraiantifolium* R. Schulz, mit linealen Hüllblättern und fast geraden Blütenknospen). Nach Schulz sind das zwei eiszeitliche endemisch-alpine Deszendenten des alten präglazialen Stammes des *Ph. hemisphaericum*; auch Pampanini bezeichnet das *Ph. humile* s. lat. als einen zentralalpinen Endemismus; er gibt es auch noch aus den Salzburger, Kärntner und Venet. Alpen an.

und den Pyrenäen bis zu den Insubrischen Alpen (Generoso, Corni de Canzo) streicht (200—1900 m, bodenvag). Die ganze Gruppe ist endemisch-alpin.

Eine Felsenpflanze des Kalkes und Dolomites der Ostalpen von den Karawanken bis zu den Bergamasker Alpen von 1600—2600 m ist *Th. Sieberi* Sprengel, „ein rezenter alpiner Endemismus aus dem Stamm des *Ph. orbiculare*“ (Pampanini).

Dichte niedere Rasen aus steifen, grasartigen, grundständigen Blättern, an gestauchten Trieben einer vielköpfigen, mit kräftiger Pfahlwurzel tief verankerten Grundachse gedrängt entspringend bildet die **duftlose Nelke** (*Dianthus inodorus* L. = *sylvester* Wulfen, Taschenflora Taf. 22, Fig. 9); die „Tunika“-Bekleidung der Rhizomstücke durch verwitterte Schichten ist ein weiterer xerophytischer Charakter. Es ist eine derjenigen Pflanzen, die wie *Erica carnea* und *Globularia* die sonnigen Gestade des Mittelmeers mit den alpinen Felswänden verbinden: denn sie findet sich von den Macchien des Mediterrangebiets, von der dalmatinischen Felsenheide, der Karstheide Illyriens und den „Garides“ des Jura bis zu den alpinen Höhen der Kalkalpen (2400 m). Sie folgt den Gebirgen am Nordrande des Mittelmeergebiets von den Pyrenäen bis Montenegro mit Vorliebe für die südlichen Gehänge; Beck vermutet ihren Ausgangspunkt in Illyrien; sie ist sehr nahe verwandt mit der bekannten mediterranen Zierpflanze *Dianthus caryophyllus* L.

Zwei felsenliebende Doldengewächse weichen in ihrem Blattwerk von den feinzerteilten Blatttypus ihrer Familiengenossen ganz wesentlich ab: das sind die grasblättrigen Hasenohr-Arten (*Bupleurum*).

Das **sternblütige Hasenohr** (*Bupleurum stellatum* L., Fig. 253 A) bildet aus den kurzen Verzweigungen einer kräftigen Grundachse einen Rasen, dessen gedrängte, von Blattresten schopfige Triebe zahlreiche seegrüne schmale Blätter tragen. Die Einzeldöldchen sind von einer sternförmigen Hülle aus verwachsenen Hochblättern zierlich umgeben: ein extrafloraler Schauapparat. Die Blüten bieten auf breiten gelben Nektarien den Insekten reichlich Honig dar; sie sind so stark protandrisch, daß die ganze Dolde zuerst nur männlich, und erst später, wenn die Staubgefäße abgefallen sind, rein weiblich blüht; Selbstbestäubung ist also ausgeschlossen.

Die Pflanze bewohnt humusreiche Felsspalten und Vorsprünge kalkarmer Felsen, steinige Matten und Humuspolster der montanen subalpinen und alpinen Region, die Schneeregion streifend (2758 m Gletschergarten von Chamounix, Wallis 1000—2400 m, Bünden 980 bis 2650 m); sie bevorzugt die zentralen und südlichen Ketten, wo sie bis zur Kastanienregion herabsteigt.

In den westlichen Alpen ist sie nach Briquet selten; hat ihren Schwerpunkt vom Wallis bis in die Rhätischen Alpen und beginnt von

Fig. 253.

Zwei Felsbewohnende Hasenohrarten der Alpen (nat. Größe).

Links: *Bupleurum stellatum* L. — Rechts: *Bupleurum ranunculoïdes* L.
(Nach Reichenbach.)

Zentraltirol an dann seltener zu werden, geht aber bis Krain und kehrt auf Korsika wieder; also wohl eine endemische Alpenform; die Gattung mit ihrer reichen Entwicklung im Mediterrangebiet und in den Subtropen der Neuen Welt weist auf den Süden.

Das äußerst vielgestaltige **hahnenfußartige Hasenohr** (*Bupleurum ranunculoïdes* L., Fig. 253 B) ahmt in seinen gedrängten Horsten aus parallelnervigen Grundblättern noch auffallender die Gräser nach, während der Blütenstand mit dem Gelbgrün des extrafloralen Schauapparats der Hüllblätter und dem Orange der offen daliegenden Nektarien täuschend einer Wolfsmilch gleicht. Auch hier sind die Blüten stark protandrisch; die Hüllblättchen aber nicht verwachsen. Es ist eine weniger rasenscheue Pflanze als *B. stellatum*, zieht den Kalk vor, bewohnt mehr die äußern Ketten und steigt an felsigen Stellen weit herab (Simmental 630 m); es wächst in Wallis von 1400—2750 m, in den Waadtländeralpen von 1400—2500 m, im St. Gallen und Appenzell bis 2200 m, im Glarus von 1600—2300 m, Bayern von 1720—1820 m (selten). Die Allgemeinverbreitung zeigt drei getrennte Bezirke: den Gebirgsbogen Europas von den Pyrenäen bis zum Balkan, die zentral- und nordasiatischen Gebirge und die amerikanische Arktis; Christ leitet die Pflanze von dorther, da sie in Nordeuropa fehlt.

Im geraden Gegensatz zu diesen grasblättrigen Doldenpflanzen steht **die behaarte Augenwurz** (*Athamantha hirsuta* [Lamarck] Briquet = *A. cretensis* L.) mit ihren äußerst fein- und vielzipflig zerteilten, 2—3 fach fiederschnittigen Blättern und weißen Blütenschirmen. Sie bewohnt Kalkfels und Kalkschutt der zentraleuropäischen Gebirge von Südfrankreich bis Kroatien und den Karpathen, (1300—2600 m) den Jura und in Glazialrelikten die Schwäbische Alb.

In weißlichen Büschen aus fein zerteilten seidenhaarigen Blättern sitzen die duftenden **Beifuß[1])-Arten** (*Artemisien*) in den Felsspalten; sie bilden vielköpfige Erdstöcke.[2])

Diese Gattung der Körbchenblüter ist in etwa 200 Arten über die ganze nördliche Halbkugel verbreitet; es sind meist aromatische, vielfach zu Heilzwecken verwendete Pflanzen, meist xerophytisch angepaßt; einerseits bilden sie in Steppen und Wüsten oft ausgedehnte Bestände, anderseits besiedeln sie die höchsten Felszinnen der Gebirge. Blütenbiologisch sind sie dadurch von besonderem Interesse, daß sie in der sonst vorwiegend insektenblütigen Familie der Körbchenblütler eine abweichende Gruppe darstellen, die durch Fehlen der Honigsekretion und

---

[1]) Der sonderbare Name soll von dem Aberglauben herrühren, daß ein an den Fuß gebundenes Stück von *Artemisia vulgaris* die Müdigkeit verhindere.

[2]) Vergleiche die treffliche Zusammenstellung von Prof. K. Fritsch (Graz), Die *Artemisia*-Arten der Alpen.

Stäuben des Pollens (das allerdings bei den alpinen Formen nicht eintritt) einen Übergang zur Windblütigkeit bildet.[1]) Doch sind die Bestäubungsverhältnisse besonders der alpinen Formen noch weiter zu untersuchen.

Die bekannteste und verbreitetste der alpinen Artemisien ist die **echte Edelraute** (*Artemisia mutellina* Villars = *laxa* [Lamarck] Fritsch, Taschenflora Taf. 22, Fig. 7).

Die gestielten, fast fingerförmig gespaltenen seidenglänzenden Blätter und die locker angeordneten gelben Blütenköpfchen mit behaartem Fruchtboden und behaarter Krone lassen sie leicht erkennen. Sie bewohnt die Felsen aller Gesteinsarten[2]) der alpinen und nivalen Region in den Pyrenäen und gesamten Alpen (Alpenelement!), im Wallis von 1600—3540 m, in den Waadtländeralpen von 1500—2500 m, im Glarus von 1800 m an, im St. Galler Oberland von 1800 m an und an den Gipfelwänden der Churfirsten, im Bünden von 1800 m (Puschlav, Adulagebiet) bis 3260 m. Die Pflanze steht als „genépi blanc" neben *Artemisia spicata*, dem „genépi noir" und (*A. petrosa* [Baumg.] Fritsch) = *Villarsii* Grenier et Godron in den französischen Alpen in hohem Ansehen als schweißtreibendes Mittel; sie sind infolgedessen stellenweise nahezu ausgerottet.[3]) Eine westliche nahe verwandte Sippe ist die **Gletscher-Edelraute** (*A. glacialis* L.), mit dicht gedrängten Köpfchen, im Wallis ihre Ostgrenze findend (am Ritterpaß im Binntal). Als **glänzende Edelraute** (*A. nitida* Bertoloni) wird die wenig verschiedene Form der Dolomiten abgetrennt; die **kaukasische Edelraute** (*A. caucasica* Willd. = *lanata* Willd. = *pedemontana* Bulb.) hat weißwollige Hüllschuppen ohne Hautrand; sie springt von den Pyrenäen auf die Lombardischen und Piemonteser Alpen über und erscheint wieder im Kaukasus.

Die vier genannten Sippen gehören zur Sektion *Absinthium* mit behaartem Fruchtboden. Die Sektion *Abrotanum* mit kahlem Fruchtboden hat 3 alpine Arten: die **ährige Edelraute** (*A. spicata* Wulfen = *A. Genipi* Weber, Taschenfl. Taf. 22, Fig. 8) hat dichtährig gedrängte Köpfchen, breite braune Hautränder an den Hüllschuppen, kahle Blumenkrone und deutlich fiederspaltige (nicht fingerförmige) Blätter.

Auch sie ist, wie *A. mutellina*, eine Felsenpflanze der hochalpinen und nivalen Region der Pyrenäen und Alpen, im Wallis und in den österreichischen Alpen als kieselhold verzeichnet, anderwärts eher kalkliebend (Puschlav, Adulagebiet), (Wallis 1300—3400 m, Bünden bis 3111 m). Nahe verwandt mit ihr ist die **Felsen-Edelraute** (*A. petrosa* [Baumg.] Fritsch =

---

[1]) Vgl. besonders Kirchner, Beiträge zur Blütenbiologie.

[2]) Die Angabe von Fritsch: „ist eine Urgebirgspflanze", trifft für die Schweiz nicht zu; hier ist sie sogar eher kalkliebend.

[3]) Vgl. Chabert, A. L'emploi populaire des plantes sauvages en Savoie. — Bull. Herb. Boissier, vol. III. Genève 1895.

Villarsii Grenier et Godron) der Pyrenäen, Westalpen, Abruzzen und Karpathen, durch behaarte Krone und schmälere Hautränder ausgezeichnet. Eine ganz seltene und weit abweichende ganz duftlose Sippe mit doppelt fiederspaltigen Blättern und großen nickenden Köpfchen mit wollig-zottiger Krone ist die mehr rasenbewohnende **schwarze Edelraute** (*A. atrata* Lamarck). Sie setzt in weiten Sprüngen über die südlichen Ketten: Dauphiné, Piemont, Südtirol (Fedaja-Paß in der Marmolata-Gruppe, am Aufstieg zur Porta Vescova), Julische Alpen, Siebenbürgen, also eine echte Reliktverbreitung.

Während alle bisher besprochenen *Artemisien* Felsenpflanzen der Alpen sind, die dem Norden fehlen, ist die **Zwerg-Edelraute** (*Artemisia nana* Gaudin) eine auch arktische Spezies des Felsschutts (Wallis von 800—2200 m), von Savoyen bis zum Großglockner.

Anhang zu den Gesteinsfluren.

Die Nivalflora.

Einen ganz eigenen Reiz bietet das Studium der alpinen Vegetation in ihren letzten Ausläufern, auf den Pässen, Gräten und Hochgipfeln der nivalen Region. Wenn wir uns auf erhabener Warte umgesehen, Auge und Herz an der weiten Rundsicht erquickt haben, dann fällt unser Blick voll Interesse, ja voll menschlicher Teilnahme auf die mutigen kleinen Pioniere aus der Pflanzenwelt, die in den Felsritzen kleben, den extremsten Bedingungen trotzend. Wir suchen die „Gipfelflora" möglichst vollständig kennen zu lernen, und aus dem Vergleich zahlreicher solcher Gipfel-, Paß-, und Gratfloren ergibt sich uns schließlich ein Bild der Flora der obersten Regionen. Es hat der berühmte Pflanzengeograph und Urweltsforscher Oswald Heer[1]) zu diesem Zweck in seinen Jugendjahren (in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts) die Glarner- und Bündner-Alpen durchwandert, und am Ende seines Lebens (1883) seine Beobachtungen mit denen vieler anderer, besonders des trefflichen Kenners der Bündnerflora, Christian Brügger, zu einer umfassenden Arbeit über die „Nivalflora" der Schweiz vereinigt. Seither hat Dr. Schibler eine prächtige Studie über die nivale Flora der Landschaft Davos publiziert[2]) und Vaccari eine Schrift über die „Flora

[1]) O. Heer, Die nivale Flora der Schweiz. Neue Denkschriften d. schweiz. nat. Ges. Bd. XXIX 1885; eine kürzere Zusammenfassung hat Heer im Jahrbuch des Schweizer Alpenklubs Bd. 19 (1883/84) gegeben („Übersicht über die nivale Flora der Schweiz").

[2]) Schibler, W., Über die nivale Flora der Landschaft Davos. Mit 2 Tafeln Jahrbuch des S. A. C. Bd. 33, 1897/98.

cacuminale“ des Aostatals veröffentlicht.[1]) Für die Alpen des Dauphiné gibt uns PERRIN[2]) eine Liste. Über die Nivalflora Rhätiens bereitet JOSIAS BRAUN eine größere Arbeit vor, welche die Reihe der Nivalpflanzen bedeutend vermehren wird; ich verdanke ihm zahlreiche Einzelangaben. Wie lückenhaft unsere Kenntnisse hier noch sind, geht aus der Tatsache hervor, daß HEER in der Region über 3250 m aus der Schweiz nur 50 Arten und Varietäten kennt, während es mit Zuzug des Aostatals 73 sind; daß ferner HEER aus ganz Bünden nur 32 Pflanzen zitiert, die über 3086 m steigen, während RÜBEL (schriftl. Mitt.) allein im Berninagebiet 73 Arten über 3000 m kennt; aus dem Davosergebiet zitiert HEER 70 Arten über 2600 m, SCHIBLER dagegen 204. — Das alles zeigt, wie dankbar die Forschung jeden Beitrag über Gipfelfloren aus den Händen der Alpinisten entgegennehmen wird. Namentlich wertvoll sind Materialien über die Fruktifikation solcher Gipfelpflanzen.

HEER zählt alle Blütenpflanzen der Schweizeralpen, die oberhalb der von ihm als mittlere Schneegrenze angenommenen Höhe von 8000 Pariser Fuß = 2600 m vorkommen, zur Nivalflora. Er teilt diese Region in 8 Stockwerke und findet in denselben die folgende Anzahl von Blütenpflanzen:

		Schweiz	Bünden	Davos (SCHIBLER)	Wallis[3])	Bern	Glarus	
1. Stockwerk	2600—2762 m	336	294	204	206	150	42	Arten u. V.
2. „	2762—2925 m	226	185	97	156	25	24	„
3. „	2925—3087 m	152	78	58	139	24	4	„
4. „	3087—3250 m	120	32	32	118	17	1	„
5. „	3250—3412 m	49	16	14	36	17	—	„
6. „	3412—3575 m	13	4	—	18	6	—	„
7. „	3575—3900 m	12	—	—	10	5	—	„
8. „	3900—4225 m	6	—	—	2	5	—	„

VACCARI konstatierte im Aostatal

von 2600—2800 m	 218	Arten und Varietäten
„ 2800—3000 m	 198	„ „ „
„ 3000—3200 m	. . . . . ?	„ „ „
„ 3200—3300 m	 67	„ „ „
„ 3300—3350 m	 52	„ „ „
„ 3350—3400 m	 46	„ „ „
„ 3400—3500 m	 37	„ „ „
„ 3500—3600 m	 29	„ „ „
„ 3600—3700 m	 15	„ „ „
„ 3700—3850 m	 7	„ „ „
„ 3850—4200 m	 5	„ „ „

[1]) VACCARI, LINO., Flora cacuminale della Valle D'Aosta; Nuova Giornale bot. italiano, vol. VIII 1901. V. hat hier die *Florulae* von 36 hochgelegenen Pässen und Gipfeln verwertet; die Grenzen liegen in diesem Gebiet der penninischen Alpen besonders hoch.

[2]) PERRIN, A., Distribution générale des plantes en altitude dans les Alpes dauphinoises. — Annuaire d. l. société des touristes du Dauphiné 1892/93 Bd. 18.

[3]) Nach JACCARD, Catalogue d. l. Flore valaisanne sind es 253 Arten.

Die 8 höchststeigenden Blütenpflanzen (noch über 4000 m beobachteten) der Alpen sind: ***Ranunculus glacialis,*** bis 4275 m steigend am Finsteraarhorn, ***Achillea atrata,*** ebenda bis 4270 m, ***Androsace glacialis*** auf dem Lauteraarhorngipfel 4043 m, ***Saxifraga aspera*** var. ***bryoides*** und ***S. moschata*** bei 4000 m am Finsteraarhorn, ***Saxifraga muscoïdes*** und ***biflora*** und ***Gentiana brachyphylla*** bei 4200 m an der „Schulter“ des Matterhorns, also lauter ausdauernde Dicotyledonen, von denen nur *Ranunculus glacialis* und *Saxifraga moschata* arktisch sind; alle übrigen gehören zum Alpenelement. Fünf sind Polsterpflanzen.

Die bisher bekannte oberste Grenze, welche Blütenpflanzen überhaupt erreichen, liegt bei 5800 m! So hoch steigt in West-Tibet die *Saussurea tridactyla* Hook. fil. — „Diese am höchsten hinaufsteigende Blütenpflanze besitzt nicht einmal in besonders hohem Maße die alpine Tracht, indem ihre Achse sich zu der relativ beträchtlichen Höhe von 15 cm über den Boden erhebt. Gegen Transpiration ist sie durch eine mächtige Hülle wolliger Haare geschützt“ (Schimper).

Von besonderer Wichtigkeit ist es, zu konstatieren, welche Arten gegenwärtig zweifellos in der Nivalregion, d. h. über der Schneegrenze ihres Gebietes wachsen. Da die absolute Höhe der Schneegrenze in der Schweiz von 2450 m (Sentisgebiet) bis 3200 m (Monterosagruppe) variiert, so können wir nicht einfach alle über 2600 m wachsenden Spezies der „Nivalflora“ zurechnen, sondern es muß in jedem Einzelfall konstatiert werden, wie hoch in dem betreffenden Gebiet, woher die Standortsangabe stammt, die Schneegrenze liegt. Von der Heerschen Liste, die sich auf die Bündner-, Walliser-, Berner- und Glarner-Alpen bezieht, können ruhig alle 110 nur im ersten Stockwerk (von 2600 bis 2762 m) vorkommenden Spezies als „pseudonival“ gestrichen werden, da auch in der Tödigruppe die Schneegrenze erst bei 2710 m angegeben wird. Die Frage nach der wirklichen Nivalflora der Alpen ist deshalb eine so wichtige, weil diese Flora, soweit sie am Ende der Tertiärzeit schon vorhanden war, vermutlich imstande war, auch die nivalen Bedingungen der Eiszeit zu überdauern; die echten voreiszeitlichen und während der Eiszeiten entstandenen oder eingewanderten Nivalpflanzen gehören zum ältesten Bestandteil unserer Flora, wie schon Heer, wenigstens für das endemische Element, hervorhob. Er sagt:

„Die endemische Flora der nivalen Region entstand in unsern Alpen; einen Hauptherd derselben scheint die Monterosa-Kette gebildet zu haben, in welcher wahrscheinlich auch während der Gletscherzeit ausgedehnte Gebirgsmassen von Eis und Firn befreit waren. . . . Diese Flora erhielt zu Anfang der quaternären Zeit ihr jetziges Gepräge. — Ihre Mutterflora hatte wahrscheinlich in dem tertiären Gebirgsland der

Schweiz ihren Sitz. Neuerdings hat namentlich BROCKMANN (l. c. S. 378 ff.) diese „Überdauerungstheorie" gut begründet und weiter ausgebildet.

Die maximale Schneegrenze unseres Landes liegt bei 3200 m; wir werden also mit Sicherheit annehmen dürfen, daß die Pflanzen, welche oberhalb 3250 m gefunden werden, imstande sind, nivale Bedingungen zu ertragen. Es sind, nach den Angaben von HEER, VACCARI, SCHIBLER, BRAUN und JACCARD, folgende:[1])

Über 3250 m steigende Blütenpflanzen der Alpen (die 8 oben erwähnten über 4000 steigenden sind gesperrt gedruckt):

a *Juniperus communis* var. *nana*
a *Agrostis rupestris*
n *Trisetum spicatum*
a *Avena versicolor*
a *Poa alpina*
n — *laxa*
n *Sesleria disticha*
a *Festuca pumila*
a — *Halleri*
n *Carex curvula*
a *Salix herbacea*
a — *retusa? reticulata?* (Grivola)
a *Oxyria digyna*
a *Silene acaulis*
n — *exscapa*
n *Alsine aretioïdes*
n *A. sedoïdes*
n *Cerastium latifolium*
n — *filiforme*
n — *uniflorum*
n — *alpinum* var. *lanatum*
n *Ranunculus glacialis*
a *Anemone vernalis*
a *Arabis alpina*
a *Cardamine alpina*
a *Draba aizoides*
n — *Hoppeana*
a — *tomentosa*
a — *dubia*
a — *Wahlenbergi*
a — *carinthiaca*
a *Petrocallis pyrenaica*
a *Thlaspi rotundifolium*
a — — *var. corymbosum*
n *Hutchinsia brevicaulis*
a *Saxifraga oppositifolia*
a — *Murithiana*
a *Saxifraga biflora*
n — *aspera* var. *bryoides*
a — *moschata*
a — *exarata*
a — *muscoides*
n *Potentilla frigida*
n *Sieversia reptans*
n *Ligusticum simplex*
a *Androsace obtusifolia*
n — *glacialis*
n — *pubescens*
n — *helvetica*
n — *imbricata*
a *Primula viscosa*
m *Gentiana verna*
a — *brachyphylla*
n — *bavarica* var. *imbricata*
n *Eritrichium nanum*
e *Thymus serpyllum*
a *Linaria alpina*
a *Veronica alpina*
a *Phyteuma hemisphaericum*
n — *humile*
n — *pedemontanum*
m — *corniculatum*
n *Erigeron uniflorus*
n *Artemisia mutellina*
n — *spicata*
a *Achillea nana*
a — *moschata*
a — *atrata*
a *Leontopodium alpinum*
a *Chrysanthemum alpinum*
a *Senecio incanus*
n — *uniflorus*
a *Taraxacum officinale* var. *erectum* (= *alpinum*)

---

[1]) e = Ebenenpflanzen, a = alpine Pflanzen, n = nivale, d. h. vorwiegend hochalpin, selten unter 2200 m herabsteigend; m = von der montanen Region an häufig.

Diese Liste sei noch ergänzt durch folgende Arten, welche Dr. Rübel außerdem im Berninagebiet über 3000 m, also über der dortigen Schneegrenze fand (freundl. briefl. Mitteilung). Im ganzen konstatierte Dr. Rübel 73 Arten über der Schneegrenze im Berninagebiet, Brockmann ca. 70 (eher mehr!) über der Schneegrenze (2800 m) im Puschlav; Vaccari fand im Aostatal 61 Arten und 6 Varietäten über 3200 m, also über der dortigen Schneegrenze, Schibler 58 über 2925 m im Davosergebiet.

a *Festuca varia*
a — *alpina* var. *intercedens*
a — *violacea*
a *Agrostis alpina*
a *Carex sempervirens*
a — *nigra*
a *Juncus Jacquini*
a — *trifidus*
a *Luzula spadicea*
a — *lutea*
a *Salix serpyllifolia* (Puschlav)
a *Polygonum viviparum*
a *Alsine verna*
a — *recurva*
a *Sempervivum montanum*
a *Sedum alpestre*
a *Saxifraga aizoon*
a — *Seguieri*
a — *androsacea*
a *Potentilla aurea*
a — *villosa*
a *Sibbaldia procumbens*
a *Alchimilla pubescens*
a *Oxytropis campestris*
e *Vaccinium uliginosum*
e — *vitis idaea* (Albulagebiet 3000 m)
a *Primula latifolia*
a *Gentiana latifolia*
a *Veronica bellidioides*
a *Euphrasia minima*
n *Phyteuma hedraianthifolium*
a *Senecio carniolicus*
a *Aronicum doronicum*
n *Gnaphalium supinum*
a *Homogyne alpina*
a *Leontodon pyrenaicus*
a *Hieracium alpinum*

Diese Liste von 110 sicher über der Schneegrenze vorkommenden Arten, die übrigens keinen Anspruch auf Vollständigkeit macht, und sicher noch erheblich vermehrt werden muß, läßt uns, im Verein mit anderen Daten, folgende Schlüsse über die Nivalflora ziehen:

Die Zahl der Arten nimmt nach oben stetig ab. Die Einjährigen treten ganz zurück; über 3250 m fehlen sie fast völlig, im Berninagebiet sind sie noch durch *Euphrasia minima* vertreten. Holzpflanzen finden sich über 3250 m nur noch vier. Die Flora wird nach oben immer einförmiger: es sind überall dieselben, wenigen Arten, die sehr hoch steigen. Der Anteil des arktisch-alpinen Elements gegenüber dem endemisch-alpinen verhält sich in verschiedenen Gegenden verschieden: während Schibler für Davos eine Zunahme der nordischen Arten mit der Höhe konstatiert, zeigt Vaccari umgekehrt für die penninischen Alpen mit ihrem extremen kontinentalen Klima eine deutliche Abnahme des arktischen Elementes nach oben.

Vaccari gibt folgende Tabelle:

Höhenregionen	Arktisch-alpine Arten	Alpine Arten	Arktische in $^0/_0$ der alpinen
2600—2800 m	74	121	61
2800—3150 m	64	110	58
3200—3400 m	22	41	54
3400—3500 m	10	26	38
3500—3600 m	7	21	33
Über 3600 m	3	12	25
(„ 4000 m [s. o.]	2	6	33)

Vaccari bringt das im Zusammenhang mit der meist hygrophilen Natur der borealen Pflanzen; auf den Hochgipfeln mit ihrer Austrocknungsgefahr sind die Xerophyten im Vorteil, die eben unter dem Alpenelement überwiegen. Auch innerhalb des alpinen Florenelementes der hochalpinen Region nimmt der Prozentsatz der Xerophyten nach oben zu; er steigt nach Vaccari von 40 $^0/_0$ in der Region von 2600 bis 2800 m, bis zu 40 $^0/_0$ in der oberen Region über 3600 m.

Fünftes Kapitel.

Die Wasser-, Schnee- und Eisflora.

Die alpine Region ist der nie versiegende Wasserspender für die Vorlande: hier fallen reichliche Niederschläge, hier entspringen aus Firn und Gletscher stets fließende Schmelzwasserbäche, hier blauen zahllose kleine Seebecken und Tümpel. Aber trotzdem ist die alpine Wasserflora, ganz im Gegensatz zur Landflora, nur ein verarmter Rest der Wasserflora der Ebene; es gibt keine phanerogame Wasserpflanze, die der Alpenflora eigen wäre: es sind wenige Formen der Ebene, die weit hinaufsteigen. Es fehlen über der Baumgrenze das Schilf, die Rohrkolben, die großen Igelkolben, die Schwertlilien, die großen Laichkräuter, das Hornblatt, die Seerosen und viele andere (*Phragmites*, *Typha*, *Sparganium ramosum*, *Iris*, *Potamogeton lucens*, *perfoliatus*, *densus*, *natans*, *gramineus*, *Zizii* usw., *Ceratophyllum*, *Nymphaea* und *Nuphar*).

Die Bedingungen der Alpengewässer sind der Entwicklung einer reichen Wasserflora nicht günstig: die Schmelzwasser sind zu kalt, die Gletscherbäche zu reißend und zu trübe, die Seen zu kurze Zeit eisfrei, oft von Steinschlag und Lawinensturz heimgesucht, oder der Untergrund ist felsig.

Über die Tierwelt hochalpiner Seen besitzen wir eine ausgezeichnete Arbeit von ZSCHOKKE[1]); die Pflanzenwelt harrt noch einer zusammenfassenden Bearbeitung; doch hat OVERTON aus dem Oberengadin viele wertvolle Daten geliefert[2]), und in den Publikationen zahlreicher Zoologen (IMHOF, ASPER, HEUSCHER, FUHRMANN, ZSCHOKKE) finden sich gelegentliche Notizen über die Flora.

Die alpine Region ist reich an Seen. Nach ZSCHOKKE liegen von den 615 Seen Graubündens nicht weniger als 409 über 2100 m (2100—2400 m: 165 Seen, 2400—2600 m: 162 Seen, 2600—2800 m: 81 und über 2800 m: ein See). Sie sind meist seicht; der tiefste ist der Lünersee mit 102 m; ihre Fläche ist meist gering. Viele liegen im Fels eingebettet, oder sind von sterilen Trümmerhalden umgeben, manche sind von schwimmenden Eisblöcken erfüllt. Kleinere Seen und Tümpel trocknen regelmäßig aus. Größere Wasserbecken von nennenswerter Tiefe zwischen 1800 und 2600 m erreichen nach den Messungen von ZSCHOKKE u. a. im Sommer selten 15° C., meist nur 8—12° C.; die täglichen Temperaturschwankungen sind gering. Seichte sonnige kleinere Wasserbecken aber erwärmen sich auch in bedeutenden Höhenlagen erheblich, auf 12 bis 20° C., ja sogar 26° C.; noch bei 2756 m ü. M. konstatierte OVERTON diese Temperatur in einem Tümpel; sie kühlen sich aber nachts stark ab. So beobachtete OVERTON in Lachen und Teichen auf der Paßhöhe des Bernina bei 2329 m Ende August morgens 5 Uhr eine 8—10 mm dicke Eisdecke, um 4 Uhr nachmittags desselben sonnigen Tages 20—26° C!

Eine dritte Kategorie von Alpenseen sind die kalten Schmelzwasserseen, Schneeweiher und Eistümpel; die Temperatur erhebt sich auch im Hochsommer kaum über Winterverhältnisse; sie erreicht nur ausnahmsweise ein Maximum von 7° C. und bewegt sich meist zwischen 1 und 6°.

Die Dauer des Abschlusses durch Eis ist sehr lang, die eisfreie Zeit sehr kurz. Die Eisbedeckung dauert nach ZSCHOKKE im

Obern Arosasee (1740 m)	150—160	Tage
Silsersee (1796 m) . . .	124—193	„
Partnunsee (1874 m) . .	190—200	„
Lünersee (1943 m) . . .	180—190	„
Tilisunasee (2102 m) . .	220—240	„
Todtalpsee (2340 m) . .	280—300	„
St. Bernhardsee (2445 m)	211—330	„

mittleres Datum des Zufrierens 20. Oktober
„ „ „ Auftauens 13. Juli (beim St. Bernhardsee).

Die Eisdicke überschreitet nie 80 cm; ein Durchfrieren bis auf den Grund erfolgt also nur bei ganz seichten Becken.

---

[1]) ZSCHOKKE, T. Die Tierwelt in den Hochgebirgsseen. Neue Denkschriften d. schw. nat. Ges. Bd. XXXVII. Zürich 1900.

[2]) OVERTON, E. Notizen über die Grünalgen des Oberengadins. Ber. d. schweiz. bot. Ges. Heft VII. Bern 1897. — Derselbe: Notizen über die Wassergewächse des Oberengadins. Vierteljahrschrift d. nat. Ges. Zürich. Jahrg. 24. Zürich 1899.

Zahlreiche hochalpine Seen zeigen gar keine höheren Pflanzen: so die nicht einmal extrem hoch gelegenen Wildsee (2436 m), Schottensee (2342 m) und Schwarzsee (2381 m) in den St. Galler Alpen (nach Heuscher); ferner 17 kleine Seen im Berninagebiet von 2360 m bis 2810 m (nach Rübel).

§ 1. Die Formation der Rohrsümpfe.

Diese „Verlandungsbestände" am Ufer der Alpenseen, Teiche, Tümpel und langsam fließenden Wässer stehen am Übergang von der Land- zur Wasserflora. Sie bestehen aus hohen Sumpfpflanzen.

Das Schilfrohr (*Phragmites communis* Trinius), dieser kosmopolitische Verlander par excellence, berührt mit seinen obersten Vorkommnissen gerade noch die alpine Region (Tirol bis 1485 m, Statzersee 1812 m, Puschlav 1860 m, Arosa 1865 m (steril).

Die Schnabelsegge (*Carex rostrata* Stokes, bis 2400 m) haben wir oben S. 338 bis 339 besprochen; ebenso die einzige typisch-alpine Verlanderin, *Eriophorum Scheuchzeri* Hoppe, S. 345, bis 2893 m, Fuorcla Muraigl, Bernina (nach Rübel; danach die Angabe auf S. 347 zu korrigieren). Aus der Ebene steigt mit ihr das vielährige Wollgras herauf (bis 2510 m im Puschlav, in einem Tümpel am Cancianopaß, danach die Angaben S. 343 zu ergänzen!).

Auch ein verlandender Schachtelhalm (*Equisetum heleocharis* Ehrhard) steigt aus der Ebene bis 1930 m (Puschlav). Der Fieberklee (*Menyanthes trifoliata* L.) kriecht mit langen Rhizomen im Schlamm und erhebt seine dreizähligen kleeartigen Blätter und seine Trauben weißer, zierlich befranster Blüten über das Wasser; er erreicht seine obere Grenze erst bei 2460 m (Lac de Chanrion im Bagnetal, Wallis). Der Tannenwedel steigt in einer kleinen schmalblättrigen Form (var. *rhaetica* Brügger) bis in den Lago Pitschen am Berninapaß (2220 m, stets steril); auch *Callitriche verna* geht in Tümpeln bis 2450 m (Berninapaß, Brockmann). Den amphibischen Knöterich (*Polygonum amphibium* L.) fand Overton noch bei 1717 m bei Samaden, Rion auf der Alpe d'Esserze bei 2200 m (Wallis).

Die Verlandungsvegetation am Lago della Crocetta (2306 m) beim Berninahospiz (Brockmann l. c, S. 363) ist folgendermaßen zusammengesetzt: *Eriophorum Scheuchzeri*, *Juncus filiformis*, *Juncus triglumis* (diese drei ins Wasser vordringend) *Carex Goodenoughii. C. stellulata* var. *grypos*, *Cardamine amara*, *Deschampsia caespitosa*, *Saxifraga stellaris* und *aizoides*, *Agrostis alba* subvar. *flavida*. — Am Rande des Lago di Val viola bei 2430 m wachsen: *Eriophorum Scheuchzeri*, *Er. polystachyon*, *Hypnum purpurascens* und var. *Rotae*. Auch *Triglochin palustre* (bis 2230 m in Bünden; 2400 m im Wallis) und *Juncus triglumis* gesellen sich oft zu den Verlandern.

Ein Astmoos (*Hypnum exannulatum* Gümbel) tritt sehr häufig in dichtem Rasen zwischen diesen Verlandern auf (Brockmann); es reicht von der Ebene bis in große Höhen (2470 m nach Pfeffer), ebenso *Hypnum purpurascens*.

Von der so eigenartigen Vegetation der „Grenzzone“ der Seen, d. h. des bald trockenen, bald überschwemmten Randstreifens (*Littorella*, *Heleocharis acicularis*, *Myosotis palustris* var. *caespititia*, *Ranunculus reptans*) steigt nur der letztere bis zur und über die Baumgrenze; ich fand ihn am Ufer des St. Moritzersees in prachtvoller Entwicklung, Ernst (briefl.) im Lai Gazoegl, einer seeartigen Erweiterung des Inn zwischen Silser und Silvaplaner See bei 1797 m; im Wallis findet er sich noch im Totensee auf der Grimsel bei 2100 m (Baumgrenze bei 1900 m).

§ 2. Die Gruppe der Limnäen.
(Schlammwurzler).

Hierher gehören im losen Schlamm wurzelnde Pflanzen; es sind entweder Wasserpflanzen, d. h. ihre Assimilationsorgane sind ganz untergetaucht oder schwimmen an der Oberfläche, oder Sumpfpflanzen, mit auftauchenden Assimilationsorganen.

Von blütenlosen Pflanzen steigt die zierliche Algengruppe der **Armleuchtergewächse** (*Characeen*), auf dem Schlammgrunde der Seen und Tümpel wurzelnd und ganz submers ihre Wirteläste entfaltend, bis zum Lago della Crocetta beim Berninahospiz 2306 m, wohl der höchste Standort einer Characee in Europa; es ist die von Overton entdeckte zierliche *Nitella gracilis* (Sm.) A. Braun. Sie findet sich auch noch im Lej pitschen bei 2220 m und Lago nero 2213 m am selben Paß, und fruktifiziert überall. Außerdem geht *Nitella opaca* Agardh bis 1908 m (Cavlocciosee), *Chara aspera* Willd. bis 1717 m und *Chara foetida* A. Braun bis 1800 m, alles im Oberengadin nach Overton, letztere auf Alp Giufplan am Ofenpaß bis 2300 m (nach A. Ernst, briefl.). Nach demselben Autor finden sich außerdem *Chara contraria* A. Br. und *strigosa* A. Br. und *Nitella flexilis* (L.) Ag. in den Oberengadinerseen bis ca. 1900 m. Der See von Tilisuna (2102 m) und der Lünersee (1943 m) sind nach Zschokke reich an Characeen, in denen sich eine mannigfaltige Tierwelt aufhält; im Viltersersee bei 1902 m fand Heuscher Charawiesen, ebenso im Wangserseli bei 2200 m (Graue Hörner, St. Gallen).

Von submersen Blütenpflanzen der Seichtwässer steigen nur wenige über die Baumgrenze.

Die ausgesprochen submersen und schlammwurzelnden **Laichkräuter** (*Potamogeton*) bevölkern mit ihren flutenden Trieben und dünnen Blättern noch reichlich die Seen der subalpinen Region; nur wenige aber steigen über die Baumgrenze. Im Oberengadin wies Overton sechs Arten bis 1900 m und darüber nach (*fluitans, alpinus, lucens, perfoliatus, filiformis, pusillus*); in Tirol geht auch *natans* bis 1800 m. In der alpinen Region sind bis jetzt vier Arten nachgewiesen: der zierliche feinblättrige *Pot. pusillus* L. steigt aus der Ebene herauf bis 2133 m (oberer See von Fully, Wallis, 2133 m, Lago della Crocetta beim Berninahospiz,

2306 m); der nordisch-alpine, mit *pectinatus* nahe verwandte *P. filiformis* Persoon ist vorwiegend in Alpenseen verbreitet (bis Lac de Fully 2133 m), der ebenfalls nordische und gebirgsliebende *P. alpinus* Balbis findet sich noch im Melchsee (1880 m) und obern Murgsee (1825 m, beide oberhalb der Baumgrenze), ferner im untern See von Fully bei 1996 m im Unterwallis. Am ausgesprochensten alpin ist bei uns *Pot. praelongus* Wulfen, der sich nur in subalpin-alpinen Seen findet: Davosersee 1561 m, Lac de Plambuit und de Bretaye 1782 m, im Bettensee zwischen Riederalp und Eggischhorn 2050 m, außerdem im Jura (Lac de Taillère 1045 m); seine Allgemeinverbreitung reicht von Spanien bis Nordamerika, immerhin mit Bevorzugung nördlicher oder gebirgiger Gegenden; er fehlt aber in der Arktis.

Die **Igelkolben** (*Sparganium*), durch morgensternförmige Fruchtstände und grasartige, submerse, flutende oder auftauchende Blätter ausgezeichnet, gehen in zwei kleinen Arten über die Baumgrenze, die freilich öfter verwechselt werden und deren Verbreitung noch genauer festzustellen ist: *Sparganium minimum* Fries (Fig. 254, m) mit ganz flachen dünnen Blättern mit undeutlichem Mittelnerv, meist nur e i n e m männlichen Köpfchen und kurzer Narbe, die höchstens 3 mal so lang als breit ist, und *Sparganium affine* Schnitzlein (Fig. 254, a), mit etwas dicklichen Blättern, die auf der Bauchseite gewölbt sind (auch gepreßt noch gut zu unterscheiden!), mit langer Narbe und meist 3—6 männlichen Köpfchen. Das erstere wird in Tirol bis 2200 m, in der Schweiz bis 2300 m (Wallis) angegeben; letzteres in Tirol ebenfalls bis 2200 m, in der Schweiz bis 2350 m (Berninagebiet, nach OVERTON). Bei beiden legen sich oft die grasartigen Blätter mit dem obern Teil flach auf die Wasseroberfläche, unbenetzt schwimmend, wie wenn man abgemähtes Gras hineingeworfen hätte; so können sie ganze Tümpel erfüllen. *Sp. minimum* ist in Nord- und Mitteleuropa, Frankreich, Spanien, dem Apennin, dem nördlichen Balkan, dem mittleren und nördlichen Rußland und Nordasien verbreitet. *Sp. affine* geht von Portugal und den Pyrenäen durch Mitteleuropa bis Skandinavien und Island, östlich bis Nordwest-Rußland.

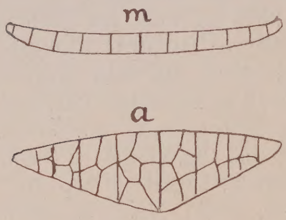


Fig. 254.

Blattquerschnitte der alpinen Igelkolben ($^4/_1$).

m = *Sparganium minimum* Fries.
a = *Sparganium affine* Schnitzlein.
(Nach GRAEBNER.)

Die weitaus verbreitetste Wasserpflanze der Alpenregion ist der **haarblättrige Hahnenfuß** (*Ranunculus trichophyllus* Chaix.). In einer kleinen, zierlichen, algenartigen Alpen-Form (var. *confervoïdes* Fr., auch im Norden zu Hause!) steigt er in Bünden bis 2624 m, im Lej della

Tscheppa im Oberengadin (nach A. Ernst, briefl., es ist das der höchste bis jetzt bekannte Standort einer phanerogamen Wasserpflanze in den Alpen!); ferner findet er sich bei 2500 m in den Bandseen im Avers und in einem Tümpel am Weg von Silvaplana zur Fuorcla Surley, wo im September an schönen Tagen die Wassertemperatur immerhin bis auf $14\,^1/_2\,^0$ sich erhebt. In einem kleinen See in Val Sertig im Oberengadin bei 2580 m fand ihn Overton 1,5—2,4 m unter Wasser; dasselbe zeigte am 4. September $14\,^1/_2\,^0$ C.; im Wallis geht er bis 2558 m (Schwarzsee oberhalb Zermatt). Overton fand ihn im Oberengadin meist mit unter Wasser geöffneten Blüten, und Brockmann konstatierte reife Früchte von Exemplaren am Crocettasee (2306 m), welche 40 cm unter Wasser vegetierten; auch im Lej di Gravasalvas 2378 m und in einem kleinen See am Weg von Silvaplana nach Fuorcla Surley fand ihn Ernst Anfang September in Frucht.

Das **Tausendblatt** (*Myriophyllum*) konstatierte Overton bei 1802 m im Silsersee und Heuscher bei 2200 m im Wangserseeli in der Gruppe der Grauen Hörner (St. Gallen).

§ 3. Gruppe der Nereiden.

Diese Gruppe besteht aus Wasserpflanzen, welche auf fester Unterlage (Steine, Pfähle, andere Pflanzen) wurzeln; es sind ausschließlich blütenlose Pflanzen, Algen, Flechten und Moose.

A. Algen

sind in den Gebirgswässern sehr verbreitet; diese Organismen sind im allgemeinen auf niedere Temperaturen gestimmt; auch in der Ebene ist ja die Algenflora des Frühlings und Herbstes reicher als die des Hochsommers. Eine typische, am Gestein festsitzende Alge kalter reißender Gebirgsbäche ist *Hydrurus foetidus*, der stinkende Wasserschwanz, eine *Chrysomonadine*, also eine Alge niedersten Ranges, einzellig, aber umfangreiche Gallertkolonien erzeugend. Er bildet braune, bis fußlange flottierende Pinsel aus kompakter fester Gallerte, in welcher die gelbbraunen Einzelzellen eingebettet sind. „Während er in der Ebene, z. B. bei Zürich, meist Ende April ev. Anfang Mai verschwindet, ist er im Engadiner Gebiet während des ganzen Sommers in üppigster Entwicklung" (Overton). Mehr als 12—13⁰ erträgt er nicht und wächst bei 2—3⁰ noch üppig (im See am Ende des Languardgletschers bei 2597 m).

Eine grüne Fadenalge aus der Familie der Conjugaten, der festsitzende Jochfaden (*Zygnema adnatum* Overton, Sammelspezies) ist in alpinen Seen des Oberengadins und an überrieselten Felsen bis 3000 m häufig. Die Kraushaaralge (*Ulothrix zonata*, ferner *Stigeoclonium tenue* und *longipilum*, *Chaetophora pisiformis*, *elegans* und *endiviaefolia* und noch viele andere Grünalgen fand Overton im Engadin sehr verbreitet.

B. Wasserflechten.

Es gibt eine Anzahl von Flechten, die normal untergetaucht leben; eine anatomische Untersuchung über den Einfluß dieses Wasserlebens wäre sehr interessant.

Es sind namentlich die Bäche des Urgebirges, welche eine reiche Flechtenflora beherbergen; im Kalkgebirge sind sie ganz selten. Nach ARNOLD, dessen „lichenologischen Ausflügen" (siehe Seite 561, Anm.) das Folgende entnommen ist, ist *Lithoicea elaeomelaena* Mass.[1]) die einzige ausschließlich im Wasser lebende Kalkflechte.

Als kieselliebende Flechtenarten, welche regelmäßig an den Aufenthalt im Wasser gebunden sind, nennt ARNOLD aus dem Brennergebiet folgende:

Aspicilia aquatica (Fr.) Krbr.; *Jonaspis suaveolens* (Ach.) Th. Fries; *Endocarpon rivulorum* Arn.; *Sphaeromphila fissa* Anzi; *Sph. clopimoïdes* Anzi; *Verrucaria latebrosa* Krb.; *V. chlorotica* Hepp.; *V. margacea* (Wbg.) Krb.; *Thelidium aeneovinosum* Anzi; *Polyblastia robusta* Arnold; *Endococcus hygrophilus* Arn.

Hier und da auch außer dem Wasser kommen vor: *Lecanora Bockii* (Fr.) Th. Fries; *Bacidia inundata* Fr.; *Catocarpus vivularis* Fw.; *Rhizocarpon obscuratum* (Schaerer) Krb.

Auch *Rhizocarpon geographicum* kann unter Wasser vegetieren.

C. Wassermoose.

Nach J. AMANN (Lausanne; brieflich) kommen folgende Moose „zuweilen submers, gewöhnlich immers" in der alpinen Region vor: *Dicranella squarrosa* Schrad. var. *frigida; Schistidium apocarpum* L. var. *rivulare; Grimmia mollis* Br. eur. var. *aquatica; Anomobryum julaceum* Sm. *Brachythecium plumosum* Sw.; *Br. rivulare* Br. eur. *Hypnum exannulatum* Gümbel var. *Rotae* und var. *purpurascens*; *H. fluitans* Dill.; *H. revolvens* Sw.; *H. palustre* L. et var.; *H. molle* Dicks. et var.; *H. dilatatum* Wils. et var.

Die Wassermoose per excellence, *Fontinalis* und *Cinclidotus*, steigen nicht in die alpine Region.

§ 4. Gruppe der Schwimmpflanzen.
(Hydrochariten).

Die auf oder unter der Oberfläche des Wassers schwimmenden, nicht festgewurzelten Blütenpflanzen und größeren Kryptogamen werden als Schwimmpflanzen zusammengefaßt.

Unter den Algen gehören hieher schwimmende Fadenalgen, die in ganzen leuchtend grünen „Watten" die Tümpel und Seen erfüllen; so *Zygnema stellinum* im Partnunsee oberhalb St. Antönien, den ganzen See grün färbend. Auch Moose treten so auf: so z. B. ein Astmoos (*Hypnum exannulatum*) auf den Berninaseen[2]) bei 2290 m. Phanerogame Schwimmpflanzen, wie die Wasserlinsen, das Hornblatt, der Froschbiß (*Lemna, Ceratophyllum, Hydrocharis*) fehlen in der Alpenregion völlig; dagegen erreicht das kleine Schlauchkraut (*Utricularia minor* L.) die Baumgrenze nahezu; OVERTON fand es in einem Torfloch oberhalb St. Gian bei Samaden bei 1780 m, ERNST (briefl.) in Gräben bei Sils-Baseglia bei 1800 m.

§ 5. Die Formation des Phytoplanktons.
(Schwebeflora).

Unter dem Begriff der Schwebeflora fassen wir die im freien Wasser lebenden passiv treibenden Mikroorganismen pflanzlicher Natur zusammen. Sie bilden mit zahlreichen Tierformen zusammen eine höchst eigenartige Gesell-

[1]) Nomenklatur hier nach ARNOLD.

[2]) BROCKMANN l. c. Tafel IV.

schaft, deren reizvolles Studium seit den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts zahlreiche Forscher beschäftigt. Über das pflanzliche Plankton der Seen der alpinen Region wissen wir noch recht wenig; neuerdings ist in Österreich eine planmäßige Untersuchung der Alpenseen an die Hand genommen worden,[1]) aus den Schweizeralpen haben wir Beobachtungen von Chodat, Bachmann, Heuscher, Tanner-Füllemann u. a. Von zoologischer Seite liegen die schönen Arbeiten von Zschokke, Imhof, Asper, Heuscher, Fuhrmann, Pitard a. u. vor.

Im allgemeinen sind hochalpine Seen arm an pflanzlichem Plankton. So fanden Brehm und Zederbauer gar kein Phytoplankton im Hinter-Finstertaler See (2250 m), an den Pfitscher Joch-Seen bei 2000 m, im Schwarzsee bei der Berliner-Hütte (2500 m), im Misurina-See bei 1775 m,[2]) ebenso Zschokke im obersten See in Val Ferret bei 2510 m und Huber (briefl.) in den höchstgelegenen Seen des Berninagebiets (2500—2750 m). Als Ausnahme fand dagegen Zschokke im August 1894 den kleinen See auf der Paßhöhe des St. Bernhard bei 2445 m durch eine Unmenge von Planktonalgen schmutziggrün gefärbt, wohl in Zusammenhang mit der reichlichen Zuströmung von Abfallstoffen aus dem Hospiz. Mit dieser Armut an Vegetation steht in eigentümlichem Gegensatz der oft auffallende Reichtum an Planktontieren, welchen die Zoologen bis in große Höhen konstatiert haben; als besonders reich an Planktontieren werden erwähnt: der Ritomsee (1829 m), Lünersee (1943 m), Partnunsee (1874 m), Lago Tom (2023 m), Cadlimo (2513 m), Mortels am Piz Corvatsch (2520 bis 2610 m), Furtschellas (2680 m), Prünas (2780 m), Lej Sgrischus (2640 m), weiter 2 Seen im Jardin du Valais (2610 m). Eine reiche planktonische Tierwelt setzt eine entsprechende Flora voraus. Dies trifft bei den tiefer gelegenen Seen zu; für die höher gelegenen sind in manchen Fällen die assimilierenden *Dinoflagellaten* als Urnahrung zu betrachten. Wo diese fehlen, ist es in der Tat rätselhaft, wovon die auch dort noch vorkommenden Kruster und Rädertiere leben. Ob nicht das sie oft rot färbende Carotin, ein pflanzlicher Farbstoff, den Zopf bei *Diaptomus* nachwies, als assimilierend in Betracht kommt?

Es sind bis jetzt in Seen oberhalb der Baumgrenze Planktonalgen aus folgenden Gruppen gefunden worden:

Die Gruppe der Spaltalgen, jener mit den Bakterien nächstverwandten Organismen von meist blaugrüner Färbung, die in tiefer gelegenen Seen oft massenhaft als „Wasserblüte" auftreten, ist im Plankton der Alpenregion (nach Dr. G. Huber, schriftl. Mitt.) durch *Nostoc sphaericum* Vaucher und *Oscillatoria tenuis* Ag. var. *natans* Kütz vertreten (Seen des Berninagebiets) und durch *Chroococcus minor* und *minutus* (Kütz) Naeg., von Zederbauer im Lichtsee in Tirol nachgewiesen, bei 2200 m, lauter Kosmopoliten. Bachmann fand auch im Ritomsee (1829 m) eine *Oscillatoria* und einen *Nostoc*.

Zu den Goldmonaden (*Chrysomonadinen*), einer tiefstehenden Algengruppe, mit den Geiseltierchen oder Flagellaten nächstverwandt, gehören die kugeligen, lustig im Wasser rollenden gelblichen Gallertkolonien von *Uroglena Volvox* Ehrenberg, die Heuscher im oberen Murgsee 1825 m nachwies; *Synura uvella* Ehrbg., eine ähnliche bewegliche Gallertkolonie, ist bis 1782 m beobachtet.

Von den Algentierchen oder *Euglenen* kommt die blutrote *Euglena sanguinea* Ehrbg. hin und wieder in Alpentümpeln vor, förmliche „Blutseen"

---

[1]) Vergl. die zahlreichen Arbeiten von Brehm, Zederbauer, Keissler u. a. in den Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. in Wien, und diejenigen von Brunntaler, Prowaçek und R. v. Wettstein in der österr. bot. Zeitschrift.

[2]) Brehm und Zederbauer, Beobachtungen über das Plankton in den Seen der Ostalpen. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde Bd. I, 1906.

erzeugend; so fand sie Thomas bei 2100 m und bei 2350 m in zwei kleinen Seen bei Arosa.[1]) Intensiv rote Färbung tritt auch häufig bei alpinen Wassertieren auf; ob durch Lichtwirkung oder Kälte? Die farblose *Euglena*-ähnliche *Astasia margaritifera* Schmid fand sich im Totensee auf der Grimsel (2144 m), *A. pusilla* Perty bei 2100 m am Gotthard.

Sehr verbreitet sind die *Dinoflagellaten* oder Geiselalgen, die freilich von den Zoologen unter den Tieren behandelt werden, aber als assimilierende Organismen ihre pflanzliche Rolle als „Urnahrung" spielen. Die Schwalbenschwanzalge (*Ceratium hirundinella* O. F. M.) ist nach Zschokke in 31 Seen über 1500 m gefunden worden; sie geht bis 2558 m (Schwarzsee am Matterhorn); sie wurde ferner im Daubensee (2206 m ü. M.), im Gotthardgebiet bis 2453 m, Graubünden 1900 m, St. Gallen 2400 m gefunden. Sie hilft vielleicht durch ihre Eigenschaft als „Urnahrung" den Reichtum mancher hochgelegener Seen an tierischen Organismen mit bedingen, wie auch *Dinobryon*. Sie ist ein Kosmopolit, denn sie ist auch im Himalaya, im See Tiberias, im Finnischen Busen, in nordamerikanischen Seen, auf Ceylon und den Azoren gefunden worden. Sie ist ein ausgesprochener Sommerorganismus, der den Winter im Zustand der Dauercyste am Grunde der Gewässer verbringt. Auch *Peridinium tabulatum* Ehrbg. (bis 2222 m Lago nero, Bernina), *P. cinctum* Ehrbg. u. a. gehen in die alpine Region.

Die strauchartige Kolonien bildende Bäumchenalge (*Dinobryon sertularia* Ehrbg.) ist mit anderen Arten ebenfalls ein häufiger Bewohner hochalpiner Seen, bis 2500 m; sie hält sogar in beweglichem Zustand unter dem winterlichen Eis aus. Auch sie ist ein Kosmopolit.

Unter den Grünalgen ist die Gruppe der *Volvocales* vertreten durch *Sphaerella pluvialis* Wittrock, die Regenwasseralge, die nächste Verwandte der Schneealge, welche in weiter Verbreitung Tümpel kleinsten Umfangs rot färbt, besonders die Regenwasseransammlungen in Höhlungen von Steinen. Overton fand diese einzellige schwärmende Alge wiederholt in der Aushöhlung einer der beiden Säulen auf der Paßhöhe des Julier, bei 2287 m. „Bei der letzten Untersuchung (22. August 1895, 10 Uhr morgens) waren die lebhaft schwärmenden Organismen im Zentrum rot, der große Teil der Protoplasten war von rein grüner Farbe. Die Temperatur des Wassers betrug 20°". — *Pediastrum* und *Sphaerocystis*-artige Zellen fand Bachmann im Ritomsee (1829 m).

Unter den Planktonalgen der Tiefenlagen spielen die Kieselalgen (*Diatomaceen*) eine wichtige Rolle; in der Alpenregion sind sie sehr spärlich vertreten, was bei der ausgesprochenen Vorliebe dieser Algen für kaltes Wasser auffallen muß. Die weit verbreitete Fensteralge (*Tabellaria fenestrata* Kützing) fand Zederbauer im Lichtsee im Gschnitztal in Tirol bei 2200 m; *Cyclotellen* konstatierte Dr. G. Huber in den Berninaseen, Bachmann im Ritomsee 1829 m, auch *Synedra*; *Asterionella gracillima* Grunow, die zierliche Sternalge, wies Heuscher noch im oberen Murgsee (1825 m) nach; im St. Moritzersee kommt sie manchmal in großen Mengen vor. Die in den Seen der Ebene ubiquistische *Fragilaria crotonensis* Kitton fischte Bachmann noch im Engstlensee (1852 m).

Endlich sind noch als seltene, vielleicht zufällige Constituenten des Phytoplanktons einige *Desmidiaceen* zu erwähnen: *Sphaerozosma vertebratum* Ralfs aus dem Lichtsee in Tirol (2220 m) und aus den Berninaseen (Huber) *Xanthidium fasciculatum* Ehrenberg, das Huidtfeld-Kaas auch aus norwegischen Seen nachgewiesen hat.

---

[1]) Thomas, Fr., in Mitteil. d. Thüringer bot. Vereins. N. F. Heft X, 1897, S. 28 und Heft XV, 1900, S. 61.

Unsere Kenntnisse des alpinen Planktons sind noch zu dürftig, um allgemeine Schlüsse ziehen zu können. Von den beiden Komponenten, die Zschokke bei der Tierwelt der alpinen Seen nachwies, den Kosmopoliten und den „stenothermen“ Kaltwasserbewohnern scheinen in der hochalpinen Schwebeflora die ersteren zu dominieren.

§ 6. Die Flora von Schnee und Eis.

(Das Kryoplankton.)

Die fast unbesiegbare Anpassungsfähigkeit des organischen Lebens zeigt sich am schlagendsten in der Tatsache, daß die scheinbar so absolut lebensfeindliche Schnee- und Eiswüste doch einer eigenen, ihr angepaßten Flora und Fauna nicht entbehrt! Es sind im ganzen in der Arktis, Antarktis und der Schneeregion der Hochgebirge bis jetzt etwa 70 Algen- und Pilzformen nachgewiesen worden,[1]) welche ausschließlich oder vorwiegend dieses kalte Substrat bewohnen. In den Alpen ist als typische Schneebewohnerin die Alge des roten Schnees verbreitet (*Sphaerella nivalis* Sommerfelt). Der Gletscherwanderer findet hie und da auf dem Firnschnee, oder auch auf Lawinenschnee eine zarte himbeerrote Färbung, zimmergroße Flecken bildend; von einem intensiver gefärbten Mittelpunkt verliert sie sich nach außen allmählich. Bei näherer Untersuchung zeigt es sich, daß der Schnee bis auf etwa 5 cm Tiefe durchsetzt ist von Millionen und Millionen mikroskopischer, kugeliger, roter Zellen. Jede stellt ein selbständiges Pflänzchen dar, das im gefrorenen Schnee im Ruhezustand sich befindet, im Schmelzwasser des besonnten Schnees aber mit Hilfe von Wimpern sich bewegt, sich verbreitet und vermehrt (Fig. 255,1—10). Die Ernährung findet auf Kosten der im Schneewasser gelösten Kohlensäure, und der organischen und anorganischen Bestandteile des auf den Schnee gewehten Staubes statt. Die intensiv rote Färbung ist vielleicht ein Schutzmittel gegen das starke Licht. „Grüner Schnee“, wie ihn Schimper 1848 auf der Grimsel traf, wird durch grün gefärbte junge Individuen der Schneealge erzeugt; gelbroter durch eine Abart (var. *lateritia* Wittrock). Höhere Temperaturen erträgt dieser Organismus nicht: schon bei 4° geht er zugrunde (Chodat), während er anderseits Abkühlung bis auf — 36° ohne Schaden erträgt (Goeppert). Zweifellos aber sind die mit dicker Zellhaut versehenen Ruhestadien austrocknungsfähig und werden durch die Stürme verweht. So erklärt sich die enorme geographische Verbreitung dieser merkwürdigen Organismen von Pol zu Pol; wenn Chodats Ansicht von der Identität aller roten Schneealgen sich bestätigt, so findet er sich in der Arktis, wo er z. B. die „Purpurklippen“ an der Baffinsbay färbt, auf den meisten Gebirgen der nördlichen und südlichen Hemisphäre (Skandinavien, Ural, Karpathen, Alpen, Jura, Pyrenäen, Sierra Nevada Californiens, Anden) und auf den Eisbänken der Antarktis. — Sogar dieser auf Eis und Schnee verschlagene Organismus muß sein mühsam erworbenes Brot mit einem Schmarozerpilz teilen, der sich nur ihn als Opfer erwählt hat: *Chytridium Chlamydococci* A. Braun.

---

[1]) Shuttleworth, Nouvelles observations sur la matière colorante d. l. neige. Arch. de sciences phys. et nat. Genève 1840. — Brun, Sur la neige noir. Echo des Alpes, 1875, Nr. 4. — Wittrock, Om snös och isens flora usw. Nordenskiöld, Studier och forskningar usw., Stockholm 1883. — Kerner, Pflanzenleben, 2. Aufl., I, S. 32. — Chodat, La flore des neiges du col des Ecandies (chaîne du Montblanc). Bulletin de l'herbier Boissier. Dec. 1896. Tome IV, Nr. 12.

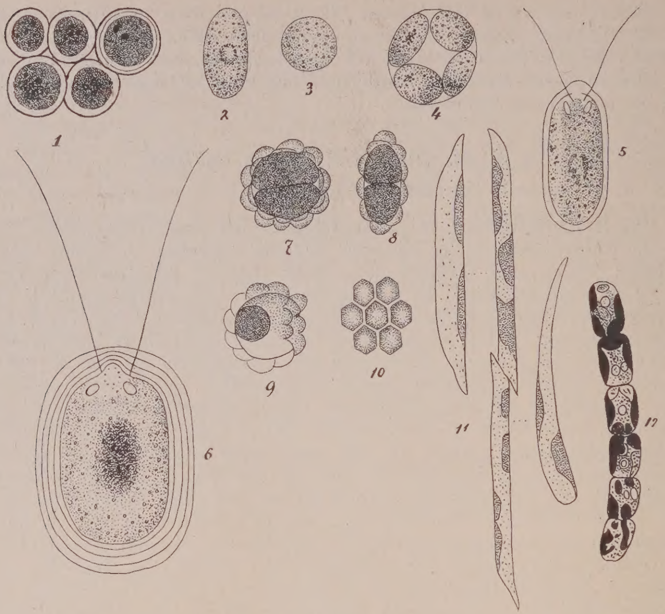


Fig. 255.

Algen des roten Schnees ($^{500}/_{1}$)

1—10. Die rote Schneekugel (*Sphaerella nivalis* Sommerfeld).
1—3. Ruhestadien, mit dickerer oder dünnerer Membran. 4. Teilungsstadium eines ruhenden Individuums. 5. Schwärmstadium mit 2 Geiselfäden. 6. Ebensolches mit stark verdickter Membran. 7—8. Linsenförmige „Zygote", eine durch Verschmelzung zweier geschlechtlicher Schwärmer erzeugte Ruhespore, in Teilung begriffen. 9. Eine beinahe entleerte Zygote. 10. Skulptur der Membran derselben.
11. *Raphidium nivale* Chodat.
12. *Ancylonema Nordenskiöldi* Berggren, eine *Desmidiacee.*
1, 7—10 nach Wittrock, alles andere nach Chodat.

Mit der Sphärella sind noch andere pflanzliche Organismen vergesellschaftet: Chodat fand auf dem Schnee des Col des Écandies im Montblancmassiv noch zwei weitere Algen: *Raphidium nivale* Chodat und *Ancylonema Nordenskiöldi* Berggreen, Fig. 255, 11—12, das auch noch in der Arktis und auf dem Pichincha in den peruanischen Anden gefunden wurde. Sie färbt in Grönland stellenweise das Eis purpurbraun und befördert das Schmelzen desselben durch ihre dunkle Farbe beträchtlich. Auf dem Pichincha fand Lagerheim 21 verschiedene Organismen im eisharten Schnee. Auch einige kleine Schneetierchen leben von der Schneealge: ein Bärentierchen (*Macrobiotus* spec.) fand Karl Vogt auf dem Aaregletscher vollgepfropft mit den roten Zellen, und Wittrock konstatierte in rotem Schnee ein Aälchen (*Anguillula nivalis* Aurivillius), bei dem der Darm rot schimmerte durch die gefressenen Sphaerellen.

Vierter Abschnitt.

Bau und Leben der Alpenpflanzen in ihren Beziehungen zu Klima und Standort (Ökologie der Alpenflora).

Erster Unterabschnitt.

Ökologie der Vegetationsorgane.

Wir wollen hier zu zeigen versuchen, inwieweit wir in das Verständnis des Baues und des Haushaltes der Alpenflora einzudringen vermögen, inwieweit wir bis jetzt einen Einblick gewinnen können in die Beziehungen der „Lebenslage“ zu der Gestalt und den Lebensverrichtungen der Alpenpflanzen. Wir wollen also hier die zahlreichen ökologischen Einzelbeobachtungen, die wir bei der Besprechung der Hauptrepräsentanten der Alpenflora gemacht haben, resümierend zusammenfassen.

Erinnern wir uns zunächst an die Bedeutung der einzelnen Faktoren des Klimas und Bodens für den Haushalt der Pflanze überhaupt

Die grünen Teile, also namentlich die Blätter, besorgen im Verein mit den Wurzeln die Ernährung der Pflanze: sie stellen die Laboratorien dar, in denen unter Mithilfe der Energie des Sonnenlichts die Pflanzensubstanz bereitet wird. Sie nehmen aus der Luft die Kohlensäure auf und zersetzen sie unter Ausscheidung von Sauerstoff; aus dem in der Pflanze verbleibenden Kohlenstoff, dem Sauerstoff und Wasserstoff des durch die Wurzeln zugeführten Wassers, dem Stickstoff und den Mineralstoffen der Nährsalze des Bodens wird Pflanzensubstanz, Kohlenhydrate und Eiweißstoffe bereitet. Die Produktion organischer Substanz aus Bestandteilen der Luft und der Bodennährlösung, die in den grünen Zellen unter Verwendung der zugestrahlten Sonnenenergie stattfindet und als erstes Produkt Zucker erzeugt, nennt man Assimilation oder Photosynthese. Das Licht spielt also für die grüne Pflanze die Rolle einer unentbehrlichen Energiequelle. Je mehr Licht, desto mehr Produktion von Baustoffen. Für das Wachstum aber hat das Licht eine

ganz andere Bedeutung: es hemmt die Längsstreckung der Organe: im hellen Licht bleiben die Stengelglieder kürzer als im Dunkeln.

Das Wasser ist zunächst ein unentbehrliches Nahrungsmittel, denn es bildet einen überwiegenden Bestandteil des Pflanzenkörpers: ohne Wasser kein pflanzliches Leben, Austrocknung bringt Tod. Außerdem leistet das Wasser bei der Ernährung wichtige Dienste als Transportmittel für die Bodennahrung. Nur im Wasser gelöste Stoffe kann die Pflanze aufnehmen. Das Aufsteigen der von den Wurzeln aufgenommenen Bodennährstoffe in der Pflanze wird vorzugsweise durch den Verdunstungsstrom (Transspirationsstrom) bewirkt, d. h. durch den Ersatz des durch Verdunstung verloren gegangenen Wassers von den Wurzeln aus. Ein reichlicher Transspirationsstrom bewirkt also reichliche Ernährung mit Bodensalzen.

Die Wärme ist, wie Wasser und Licht, allgemeine Lebensbedingung: weder Ernährung noch Erzeugung von Baustoffen noch Wachstum ist ohne ein gewisses Maß von Wärme möglich. Jede einzelne Funktion der Pflanze beginnt erst bei einer gewissen Temperatur (dem Nullpunkt der betreffenden Funktion), erreicht bei einer bestimmten höheren Temperatur (dem Optimum) ihren höchsten Grad, um bei weiterer Wärmezunahme abzunehmen bis zum Aufhören (Maximum). Die Verwendung der Baustoffe zum Wachstum, zur Verlängerung der Teile wird besonders durch dunkle Wärme begünstigt; die Wärme der Nacht bedeutet also für die Pflanze Wachstum, die helle Wärme des Tages dagegen Ernährung.

Die jährliche Aufgabe, welche die Pflanze mit Hilfe von Wasser, Nährstoffen, Licht und Wärme während jeder Vegetationsperiode zu leisten hat, besteht im Aufbau von Stengeln, Wurzeln, Blättern, Blüten und Früchten, wenn es eine einjährige Pflanze ist. Bei mehrjährigen kommt dazu die Aufspeicherung von Reservestoffen, aus denen im nächsten Frühjahr die Knospen sich entfalten können.

Wir wollen nun untersuchen, wie es die Alpenpflanze anstellt, um in dem kurzen Sommer mit dieser Aufgabe fertig zu werden, wie sie die günstigen Bedingungen des Klimas ausnützt, wie sie sich gegen die Fährlichkeiten schützt.

Zum Studium der Einwirkung des Alpenklimas, zur Sonderung der Einflüsse der einzelnen Faktoren sind Kulturversuche unerläßlich; sie haben uns die wichtigsten Einblicke in das Zustandekommen „alpiner“ Eigenschaften von Pflanzen gewährt. Wir schicken deshalb ein Kapitel über die Ergebnisse solcher Versuche voraus. Dann studieren wir die Wirkungen der Hauptfaktoren des Alpenklimas und der organischen Umgebung gesondert; eine Zusammenfassung lehrt uns umgekehrt, von den Charakteren der Alpenflora ausgehend, die Beziehungen zu den verschiedenen Faktoren kennen.

Kulturversuche im Hochgebirge.

Viele von den mannigfaltigen Fragen, welche sich an das Studium der Hochgebirgsflora knüpfen, können nur durch wissenschaftlich geleitete Kulturversuche gelöst werden. Alpine Versuchsgärten sind auch für die Hebung der Alpwirtschaft, das Studium der Alpenfutterpflanzen und Unkräuter, die Erzielung neuer Kulturvarietäten für die Alpen von der größten Bedeutung; und außerdem sind sie geeignet, in den Kreisen der Alpenwanderer das Interesse und die Liebe zur Pflanzenwelt der Alpen zu wecken und zu nähren.

Diese große wissenschaftliche, praktische und ethische Bedeutung von „Alpengärten“ ist in den letzten Jahren zu immer allgemeinerer Anerkennung durchgedrungen; eine große Zahl von Gärten wurde gegründet.[1] Wir müssen uns hier damit begnügen, die für unsere Frage des Studiums der Anpassungserscheinungen wichtigsten Resultate der Versuche hervorzuheben.

Es muß allerdings gesagt werden, daß nur wenige dieser Alpengärten Einrichtungen besitzen, welche die nötigen klimatologischen und biologischen Studien ermöglichen; es seien hier besonders die sehr vollständig ausgerüstete alpine Versuchsstation auf der Sandlingalp (Dir. Hofrat v. Weinzierl) genannt, ferner der Schachengarten (Dir. Prof. Goebel), die Fürstenalp (Dir. Dr. F. G. Stebler), die „Linnaea“ in Bourg St. Pierre (Dir. Prof. Chodat) und der neu eingerichtete Garten bei Rigi-Scheidegg (Dir. Prof. Hans Bachmann, Luzern). Eine sehr vielversprechende Einrichtung ist soeben (Ende August 1907) eröffnet worden: das wissenschaftliche Laboratorium auf dem Col d'Olen im Monte-Rosa-Massiv bei 3000 m, auf Initiative von Prof. Mosso in Turin aus Beiträgen von Privaten und Regierungen errichtet, mit 15 Arbeitsplätzen und reich ausgestatteten Laboratorien.

Bonniers Versuche.

Wir verdanken Gaston Bonnier eine Serie sehr bemerkenswerter vergleichender Versuche über den Einfluß des Alpenklimas. Er installierte kleine Versuchsgärten in der Montblanckette (Chamonix 1060 m, Aiguille de la Tour 2300 m) und in den Pyrenäen (Cadéac 740 m, Col d'Aspin 1500 m, Col de la Paloume 2400 m), und kultivierte zum Vergleich auch in Paris (32 m). Um möglichst vergleichbare Resultate zu erzielen, wurden kräftige Individuen der zu untersuchenden Pflanzen halbiert, die eine Hälfte in der unteren, die andere in der oberen Station kultiviert, und zwar im gleichen Boden, den man von der oberen Station nach der unteren schaffte. Es wurden zu diesen Versuchen Pflanzen gewählt, die von vornherein eine weite vertikale Verbreitung haben, also von selbst sehr hoch steigen; die zu kultivierenden Individuen stammten aus einer mittleren Höhe, so daß die beiden Versuchspflanzen nach oben und unten ungefähr gleich divergenten Einflüssen ausgesetzt waren. Alpenpflanzen wurden ausgeschlossen, weil diese in den Kulturen der Ebene abnorme Ver-

---

[1]) Eine vollständige Geschichte dieser Bestrebungen, ein reiches Literaturverzeichnis und eine Liste sämtlicher bis 1906 vorhandenen Alpengärten findet sich in einer von zwei italienischen Gelehrten veranstalteten Enquête: „Inchiesta sui giardini alpini in relazione al miglioramento della flora forrageria delle montagne; relazione dei professori A. Bruttini e L. Vaccari. Roma; Società degli Agricoltori Italiani. 1906. — Vgl. weiter: Lachmann, Les jardins alpins, Grenoble 1906. — Premier congrès des Jardins Alpins tenu aux Rochers de Naye le 17.—18. août 1904 (ohne Datum und Druckort) und die Berichte des deutschen Vereins zum Schutz der Alpenpflanzen (Bamberg).

hältnisse zeigen könnten; auch wurden von den gewählten 203 Arten schließlich nur diejenigen 100 zu Schlüssen verwertet, die ein freudiges Gedeihen zeigten, sich völlig aklimatisationsfähig erwiesen. Neben diesen Versuchen mit Pflanzung gingen solche mit Aussaat von Samen einher, die jeweils einem und demselben Individuum entnommen wurden, und Beobachtungen an wild gewachsenen Pflanzen in verschiedenen Höhen.

Es wurden mit zahlreichen dieser Pflanzen physiologische Versuche über die Assimilation, Transpiration und Respiration angestellt. Beblätterte Zweige wurden gleichzeitig auf der untern und obern Station gepflückt, sofort in feuchte Büchsen gebracht und dann nach genau gleichlang dauerndem Aufenthalt in denselben an der untern Station so untersucht, daß je ein lebendes Blatt beider Formen unter ganz gleichen Bedingungen auf seine Funktionen (Kohlensäurezersetzung, Wasserabgabe bei Licht und im Dunkeln und Atmung) geprüft wurde.

Wir wollen hier die gesamten makroskopischen, mikroskopischen und physiologischen Resultate dieser wichtigen Versuche anführen. Wir bezeichnen dabei das in der tiefen Lage kultivierte Stück kurz als „Ebenenpflanze“, das andere als „Alpenpflanze“. Diese beiden durch die Kulturbedingungen aus Teilen desselben Individuums hervorgegangenen Exemplare, sind nach Hugo de Vries (Mutationstheorie I S. 102, 452) als „partielle Varianten“ zu bezeichnen. Besondere, mit *Teucrium Scorodonia* während 8 Jahren angestellte Versuche haben bewiesen, daß es reine, nicht erbliche „Ernährungsmodifikationen“ sind: die Alpenpflanze wird bei Zurückversetzung in die Ebene wieder zur Ebenenform und umgekehrt. Nach der Auffassung von de Vries (siehe bes. dessen späteres Werk: Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation, Berlin 1906) liegt hier ein Fall von „doppelter Anpassung“ oder „nützlichem Dimorphismus“ vor, d. h. er betrachtet den Ebenenwuchs und den Alpenwuchs als zwei antagonistische Merkmale, deren eines jeweilen durch entsprechende äußere Bedingungen aktiviert wird, während das andere latent bleibt.

I. Gesamthabitus.

1. Die Alpenpflanze ist niedriger (bis $^1/_{10}$ so hoch als die der Ebene) gedrängter, die Zweige meist mehr ausgebreitet und dem Boden angeschmiegt; sie zeigt „Zwergwuchs“ oder „Nanismus“.

2. Sie hat kürzere und weniger zahlreiche Stengelglieder, mehr genäherte Blätter und meist eine reichere Behaarung am Stengel und Blatt.

3. Die Entwicklung der unterirdischen Organe im Verhältnis zu den oberirdischen ist stärker.

II. Anatomie des Stengels.

4. Die Rinde ist im allgemeinen relativ dicker, die Cuticula der Oberhaut stärker entwickelt, die Epidermiszellwände dicker; oft ist die Oberhaut durch hypodermale Schichten verstärkt; wenn Kork vorhanden ist, tritt er früher auf und ist relativ dicker; eventuelle Sekretionskanäle (Harzgänge z. B.) sind relativ oder sogar absolut größer.

III. Blattbau.

5. Die Blätter sind im allgemeinen kleiner (ausgenommen in der subalpinen Region), stärker behaart, relativ dicker (im Verhältnis zur Oberfläche), oft sogar absolut dicker und dunkler grün (bei auffallendem oder durchfallendem Lichte beobachtet).

6. Der innere Bau des Blattes zeigt folgende Veränderungen:

a) Das Assimilationsgewebe ist stärker entwickelt.

b) Insbesondere ist das Palissadengewebe („das spezifische Assimilationsgewebe“) stärker entwickelt, sei es, daß die einzelnen Zellen länger und

schmäler sind, sei es, daß die Zahl der Schichten eine größere ist; die Zellen enthalten mehr Chlorophyllkörner, die oft dunkler grün gefärbt sind.

c) Eventuell vorhandene Sekretionsgänge sind relativ oder absolut größer.

d) Die Epidermiszellen sind oft kleiner und die Zahl der Spaltöffnungen ist oft größer, besonders auf der Oberseite.

IV. Blütenbau.

7. Die Blüten sind relativ viel größer (da sie ihre absolute Größe beibehalten, während der grüne Leib reduziert wird), manchmal sogar absolut größer, und lebhafter gefärbt.

V. Lebensverrichtungen (physiologische Funktionen; Versuche siehe oben!)

8. Unter gleichen Bedingungen sind, bezogen auf die gleiche Blattfläche, die Assimilation (Zersetzung der Kohlensäure, Produktion von Baustoffen) und die Wasserabgabe im Licht größer.

9. Die Atmung und die Verdunstung im Dunkeln sind dagegen, bezogen auf das gleiche Gewicht, gleich oder geringer.

Ganz analoge Differenzen zwischen Ebenenform und Alpenform zeigen sich, wenn man statt der kultivierten Hälften eines Individuums verschiedene wild gewachsene Individuen derselben Art untersucht, von denen die einen in der Ebene, die andern in den Alpen gewachsen sind. Sobald man aber den Rahmen der Art verläßt und verschiedene Arten, auch innerhalb derselben Gattung vergleicht, ergeben sich unerklärbare, auf erblichen Differenzen beruhende Abweichungen. Oft zeigt hier die Alpenart eine Ebenenstruktur: so hat z. B. *Thalictrum alpinum* kaum eine Andeutung von Palissaden, während *Th. parisiense* Jordan, eine Ebenenpflanze, ausgeprägte Palissaden zeigt. *Saxifraga aspera* L., var. *bryoïdes* L., eine hochalpine Spezies, hat eine ganz undifferenzierte Blattanatomie, *Saxifraga granulata* L. der Ebene dagegen stark entwickelte Palissaden usw.

Wir können diese direkten Einwirkungen des Alpenklimas folgendermaßen zusammenfassen: Die Pflanze wird niedriger und gedrängter, die unterirdischen Teile relativ stärker, der Blattbau im Sinne verstärkter Assimilationstätigkeit verändert.

Daß diese letzten Veränderungen (Vermehrung der Palissaden, Vermehrung der Spaltöffnungen, stärkere Assimilationsenergie) eine Folge der gesteigerten Lichtintensität sind, geht aus folgendem hervor:

a) Die Untersuchungen Stahls, Picks, Haberlands, Dufours und Géneau de Lamarlières haben gezeigt, daß genau dieselben Veränderungen eintreten, wenn man die Pflanzen unter intensivem Licht kultiviert. Die Alpenblätter entsprechen dem Typus des „Sonnenblatts“, die Ebenenblätter dem des „Schattenblatts“.

b) Bonnier fand bei künstlich beschatteten Exemplaren hochgelegener Standorte und hochgelegener Kulturen eine ähnliche Ausbildung wie bei den Pflanzen der Ebene, allerdings in etwas schwächerem Grade verschieden.

Die Versuche Lotheliers u. Bonniers zeigen ferner, daß auch die Trockenheit der Luft in ähnlichem Sinne auf die Blattstruktur und Blattfunktion wirkt. Die niedere Temperatur endlich wird für die stärkere Entwicklung der schützenden Gewebe verantwortlich zu machen sein. —

Kerners Versuche.

Der hervorragende österreichische Botaniker A. v. Kerner unterhielt von 1875—1880 auf dem Blaser bei Insbruck bei 2195 m ü. M. einen Versuchsgarten. Die Hauptresultate seiner Versuche hat er in seinem „Pflanzenleben“ Bd. II, S. 453—458 zusammengefaßt. Es sind im wesentlichen folgende:

A. Einjährige Gewächse.

1. Die im September gesäten Samen keimten im Juni des folgenden Jahres. Viele wurden durch Frost getötet; die übrigen zeigten alle niedrigen, gedrungenen Wuchs und kleinere Blüten, ähnlich den in der Ebene auf trockenem Sandboden erzogenen Exemplaren. Einige wenige brachten reife Samen.

B. Ausdauernde Gewächse.

2. Von 300 kultivierten Arten gelangten nur 32 zur Blüte; auch sie zeigten sämtlich kleinere Abmessungen an Stengeln, Blättern und Blüten, was Kerner dem grellen und langdauernden täglichen Lichtreiz des Juni, Juli und August zuschreibt; gleichzeitig hebt er den Vorteil hervor, den dieser beschränktere „Unterbau" durch die Ermöglichung früheren Blühens gewährt.

3. Die Blütenfarben waren durchweg gesättigter, die Spelzen der Gräser färbten sich rot.

4. Auch die Blätter und Stengel bildeten vielfach reichlich Anthocyan an, wurden rot bis violett. Bei andern Arten zeigte sich ein Vergilben der Blätter (Zerstörung des Chlorophylls durch das grelle Licht; so z. B. beim Lein).

Übrige Versuche.

Die schweizerische Samenkontrollstation (Direktor Dr. Stebler) errichtete im Jahre 1884 ein alpines Versuchsfeld auf der Fürstenalp bei Chur (1782 m ü. M.)[1]) zum Zweck des Studiums der alpinen Futterpflanzen und der geeigneten Saatmischungen für Alpwiesen. Die Resultate sind vorwiegend praktischer Natur. Nach dem Muster der Fürstenalp wurde von Dr. Theodor Ritter v. Weinzierl auf der Sandlingalp bei Aussee (1400 m ü. M.) im Jahre 1890 ein Versuchsgarten eingerichtet, in dem in umfassender Weise auch physiologische Versuche betrieben wurden.[2]) Weinzierl hat u. a., in Anlehnung an die Versuche Wiesners in Wien über den Einfluß der Lichtintensität, die Entwicklung von Bohnenkeimlingen auf der Sandlingalp untersucht, und kam zu folgenden Resultaten.

Die Primordialblätter der Feuerbohne (*Phaseolus multiflorus*) bedürfen zu ihrer vollen Ausbildung auf der Sandlingalp bedeutend länger als in Wien.

Während Wiesner innerhalb der geringen chemischen Lichtintensität seiner Versuche in Wien eine Zunahme der Blattoberfläche mit der Intensität des Lichts konstatiert hatte, beobachtete Weinzierl bei den bedeutend höheren Lichtintensitäten der Sandlingalpe eine Abnahme der Größe der Primordialblätter; die Blattstiele und Stengel blieben kürzer: also Resultate, die denen Bonniers durchaus entsprechen. Bemerkenswert ist, daß unter Glasglocke, also im feuchten Raum, die Blätter bedeutend größer wurden. Welchen Anteil am Kleinerbleiben der Blätter an der freien Alpenluft die Trockenheit hat, wäre also gesondert zu untersuchen.

Auch über die Resistenz der Blätter der Alpenformen gegen die schädlichen Einflüsse der Befeuchtung hat Weinzierl Beobachtungen angestellt. Er fand, daß Blätter der Alpenform des Knaulgrases, durch eine Wachsschicht

---

[1]) Stebler und Schröter, Die Fürstenalp und die Futterbauversuche auf dem alpinen Versuchsfeld daselbst. Landw. Jahrbuch der Schweiz Bd. III, 1889.

[2]) Weinzierl, Th. v., Alpine Futterbauversuche, zugleich II. Bericht über die im alpinen Versuchsgarten auf der Sandlingalp durchgeführten wissenschaftlich-praktischen Untersuchungen. Mit 11 Lichtdrucktafeln, 5 Autotypien, 24 farbigen Diagrammen und 1 lithograph. Situationsplan. 276 Seiten. Gr. 8°. Wien 1902.

unbenetzbar geworden, gegen das Befeuchten viel resistenter waren, als solche der Ebenenform; unter Wasser begannen die letzteren schon nach 5—6 Tagen, die ersteren erst nach 12 Tagen zu faulen. Und analog bei zahlreichen anderen Pflanzen. Inwieweit diese „Regenbeständigkeit“ auf xerophytische Schutzmittel zurückzuführen ist, bleibt noch zu untersuchen.

In bezug auf Raschheit der Keimung der Samen zeigten vergleichende Untersuchungen in der Samenkontrollstation zu Wien mit Samen von Ebenenpflanzen und Alpenpflanzen von Melk (520 m) und von der Sandlingalp, daß die am natürlichen Standort gereiften Samen am raschesten keimten. Bei besonders rasch keimenden Samen (wie z. B. *Lolium perenne*, *Poa alpina*) ist die Differenz allerdings verschwindend.

Weinzierl hat endlich auch durch stete Auswahl aus den auf der Alp angebauten Ebenenfutterpflanzen eine Anzahl alpiner „Acclimationsrassen“ gezüchtet, die sich durch Winterhärte, raschere Entwicklung, reichere Bestockung, verkürzte Internodien und reichlichere Anthocyanbildung auszeichneten. Beim Wiederanbau in der Ebene zeigten allerdings diese Rassen schon nach 2 Jahren einen angenäherten Rückschlag zur Stammform; die alpinen Merkmale sind also durch 15jährige Einwirkung des Alpenklimas nicht erblich geworden! (nach einem Vortrag von Weinzierl auf der deutschen Naturforscherversammlung in Dresden 1907).

Diese bis jetzt vorliegenden Kulturversuche sollten nach verschiedenen Richtungen noch einen weiteren Ausbau erfahren. Ich möchte namentlich folgende Versuchsreihen vorschlagen:

Kulturen nach der Methode Bonnier, aber mit künstlicher nächtlicher Erwärmung der Alpenkultur auf die in der Ebene herrschende Nachttemperatur (Topfkultur, nachts im Thermostaten), und mit künstlicher Erkältung der Ebenenkulturen (Nachts im Eisschrank), zur Trennung des Einflusses von Licht und Nachtkälte, die beide in gleichem Sinne „nanierend“ wirken.

Kulturen nach der Methode von Bonnier, aber unter Herstellung einer feuchten Atmosphäre um die Alpenkulturen (zur Eruierung des Einflusses der Trockenheit).

Experimentelle Prüfung typisch hochalpiner Pflanzen auf ihre Reaktionsfähigkeit auf dunkle Wärme und feuchte Helle, womöglich an wild wachsenden Exemplaren (Überstülpen während der Nacht mit einer wärmenden Hülle, eventuell elektrisch geheizt, und Umgeben während des Tages mit einer feuchten Atmosphäre).

Erstes Kapitel.

Die Wirkungen der Kürze der Vegetationszeit.

§ 1. Vorherrschen der ausdauernden Pflanzen.

Die Lebensdauer der Pflanzen ist eine Eigenschaft, die mit den klimatischen Bedingungen eng zusammenhängt. Der Prozentsatz der Hapaxanthen, d. h. einmal fruchtenden und dann absterbenden Pflanzen zu den ausdauernden, mehrmals fruchtenden ist in den verschiedenen

Florengebieten ein sehr verschiedener.[1]) Warme Wüsten haben viele Annuelle: hier können sie in dem kurzen, aber warmen und feuchten Frühling auf dem unbedeckten Boden sich rasch entwickeln, und ihre wohlgeschützten Samen überdauern die trockene Jahreszeit leicht. Das andere Extrem bilden die arktische und die alpine Flora. Sie sind dank ihrer kurzen Vegetationszeit mit geringer Wärme arm an Einjährigen, und zwar nimmt der Prozentsatz derselben von der Ebene an allmählich ab. BONNIER und FLAHAULT haben in den französischen Westalpen (Dauphiné und Oisans) für 14 Genera (*Ranunculus*, *Arabis*, *Silene*, *Geranium*, *Trifolium*, *Galium*, *Inula*, *Centaurea*, *Carduus*, *Cirsium*, *Myosotis*, *Linaria*, *Veronica* und *Koeleria*) die Abnahme der einjährigen Arten nach oben verfolgt und sind zu folgenden Zahlen gekommen:

Zwischen 200 und 600 m ü. M.	. . . .	60 %	Einjährige
„ 600 „ 1800 „ „ „	. . . .	33 %	„
Über 1800 „ „ „	. . . .	6 %	„

KERNER gibt für die gesamte Alpenflora nur 4 % Einjährige an, und für die Nivalflora der Schweizeralpen (über 2600 m) berechnet O. HEER sogar einen Prozentsatz von nur 3,8 %; unter den höchststeigenden Blütenpflanzen fehlen sie ganz (siehe oben Seite 613).

Alpine Einjährige (mit Frühlings- oder Herbst-Keimung) sind folgende: *Ranunculus pygmaeus*, *Silene rupestris*, *Arenaria Marschlinsii*, *Sedum annuum*, *villosum*, *Sedum atratum*, *Saxifraga adscendens*, *Pleurogyne carinthiaca*, *Gentiana nivalis*, *Gentiana tenella*, *nana*, und die ganze Gruppe der *Endotricha* (*G. campestris*, *Murbeckii*, *Wettsteinii*, *aspera*, *calycina*, *rhaetica* usw.), ferner die sämtlichen *Euphrasien* und *Alectoroloptus*-Arten („die aber als Halbschmarotzer ganz andere Lebensbedingungen haben" [WARMING]); zweijährig sind *Campanula thyrsoidea*, *Tozzia alpina* und *Trifolium badium*.[2])

Man sieht es diesen Einjährigen oft sehr deutlich an, daß sie sich beeilen müssen, in dem kurzen Alpensommer mit ihrer Aufgabe fertig zu werden: auf einem ganz niedrigen Stengelchen sitzt eine verhältnismäßig riesige Blüte (siehe *Euphrasia minima*, Fig. 206, S. 460). Und die Mutterpflanze sorgt durch reichliche Beigabe von Nährstoffen an die Samen, daß die Keimpflanze sich rasch und sicher entwickeln kann. Es ist erstaunlich, einen wie großen Prozentsatz ihrer gesamten Stoffproduktion etwa eine *Euphrasien*-Mutter ihren Kindern auf den Weg gibt, besonders wenn man damit Einjährige der Ebene vergleicht.

---

[1]) RAUNKIAER nennt in seiner sehr bedeutungsvollen Arbeit „Types biologiques pour la géographie botanique" (Oversigt over det Kgl. Danske Videnskabernesselskabs Forhandlinger 1905 Nr. 5), wo er die Pflanzen nach ihren Schutzeinrichtungen gegen die „schlechte Saison" gruppiert, die einjährigen Pflanzen „Therophyten".

[2]) BONNIER und FLAHAULT führen auch *Linaria alpina* und *Myosotis alpestris* als zweijährig auf; erstere ist aber, wie die Autoren selbst zugeben, an den höheren Standorten ausdauernd, und letztere, wenn auch in den Gärten stets aus Samen gezogen, in den Alpen ebenfalls perennierend. Erneute Untersuchung solcher zweifelhafter Fälle wäre sehr erwünscht.

Ich habe diesen Vergleich durchgeführt zwischen einem mannshohen Riesenexemplar von *Hyoscyanus niger*, das auf dem frisch aufgeschütteten Boden eines Wasserreservoirs beim Polytechnikum in Zürich erwachsen war, und einem am Garschinasee bei St. Antönien bei 2190 m gesammelten fruktifizierenden Zwergexemplar von *Euphrasia minima*, noch etwas kleiner als das S. 460, Fig. 206 abgebildete. Das Bilsenkraut hatte im ganzen ca. 960000 Samen produziert[1]; die Pflanze mit dem Samen wog 1215 g, ein Same 0,00081 g, es wird also hier nur 1,5 Millionstel der Gesamtproduktion auf einen Samen verwendet. Der *Euphrasia*-Zwerg wog mit samt seinen zwei Samen 0,00085 g, ein Same wiegt 0,00018 g, also hat hier die Mutterpflanze dem Samen $^1/_6$ ihrer gesamten Stoffproduktion auf den Weg mitgegeben, und $^2/_3$ anf Samen überhaupt verwendet. Mit diesem reichlichen Nährvorrat kann sich der Keimling rasch entwickeln. Es möge noch besonders darauf hingewiesen werden, daß der kleinste Augentrost allerdings ein Schmarotzer ist, daß er aber als einziger unter seinen Gattungsgenossen auch ohne Schmarotzertum es bis zur Bildung von Blüten bringen kann, also zu einem Vergleich mit selbständig lebenden Pflanzen doch geeignet erscheint. Die jeweilige Menge von Reservenahrung im Samen (nach Haberland) richtet sich nach den Bedürfnissen der Verbreitungsfähigkeit und des Schutzes für den Keimling. Bei der alpinen *Euphrasia* überwiegt das letztere, bei *Hyoscyamus* das erstere. Bei anderen alpinen Einjährigen haben wir allerdings viel kleinere Samen, z. B. bei *Gentiana nivalis* nur 0,000015 g schwer.

Als Beispiel einer Pflanze, welche in der Ebene einjährig ist, auf den Alpen aber ausdauernd wird, findet man häufig *Poa annua* zitiert. Nach den Untersuchungen Volkarts und Hackels (siehe S. 279 bis 280 oben) verhält sich die Sache etwas anders. Die Pflanze ist auch in der Ebene nicht ausgesprochen einjährig, indem sie immerfort neue Seitentriebe bildet, jahrelang ununterbrochen fortwachsend. Immerhin hat nach Hackel die alpine Pflanze zahlreiche überwinternde Seitentriebe und einen mehr oder weniger deutlichen Wurzelstock.

Dagegen fand Bonnier, daß das in der Ebene durchaus einjährige quendelblättrige Sandkraut (*Arenaria serpyllifolia* L.) bei Kultur in den Pyrenäen bei 2300 m ausdauernd wurde, mit Wurzelstöcken, die bis 20 cm Länge erreichten. Kerner konstatierte auf dem Versuchsfeld des Blaser bei Innsbruck bei 2200 m, daß folgende dort ausgesäte einjährige Ebenenpflanzen ausdauernd wurden: *Poa annua* (siehe aber oben!), *Senecio vulgaris* und *nebrodensis*, *Ajuga chamaepitys*, *Viola tricolor*, *Cardamine hirsuta*.[2])

Die Vorteile, welche die alpine Pflanze durch das Vorhandensein ausdauernder Teile erhält, sind einleuchtend: es kann Reservenahrung

---

[1]) Davon waren nach einer Untersuchung in der Samenkontrollstation (Dir. Dr. Stebler) $^1/_3$ keimfähig, also 320000. Angenommen, alle würden keimen und sich wieder so verhalten, so wäre nach drei Jahren jeder Quadratfuß der festen Erde mit 20 Exemplaren von Bilsenkraut besetzt!

[2] Die Ursachen, welche aus einer einjährigen eine mehrjährige Pflanze machen, sind mannigfaltig: durch künstliche Verhinderung des Fruchtansatzes (Abbrechen der Blüten) kann man aus der einjährigen *Reseda odorata* ein lang-

gespeichert werden, die ein rasches Entwickeln der Triebe im Frühling sichert; es kann die Pflanze mit Hilfe unterirdischer Organe und gut geschützter Knospen schlechte schneereiche Jahre überdauern, ja sogar mehrere Jahre unter Schnee oder selbst der Eisdecke eines vorrückenden Gletschers vegetieren.

§ 2. Frühes Blühen.

Wir haben hier wohl zu unterscheiden zwischen erblichem Frühblühen und induziertem, durch das Alpenklima hervorgerufenem. Im allgemeinen muß die Blütezeit nach oben sich verspäten: nach Drude verzögern sich am Nordhang des Erzgebirges die Frühlingsphasen der Vegetation um 4,2 Tage pro 100 m, nach Fritsch in Österreich um 3 Tage, nach Schwendener in den Schweizeralpen um 4,1 Tage; bei zunehmender Höhe tritt aber meist eine Verminderung der Verzögerung, also eine relative Beschleunigung des Blühens ein: so beim Blühen des Winterroggens: von 400—500 m beträgt die Verzögerung $5^1/_2$ Tage, von 500—600 m nur $2^1/_3$ und von 600—700 nur noch 2 Tage (Hoffmann, zitiert nach Drude, Pfl.geogr. v. Deutschl. I, 476). Auch Kurz fand in den Gebirgen Birmas, daß bei zunehmender Höhe eine Beschleunigung der Blütenentfaltung wenigstens bei temperierten Pflanzenformen eintrat (*Rhododendron, Gentiana*). Namentlich für die Herbstblüher ist die Beschleunigung auffallend: die Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*), ferner *Gentiana germanica*, *Calluna vulgaris*, *Parnassia palustris*, viele *Euphrasien* blühen in den Alpen sogar früher als in der Ebene (Sendtner).

Diese induzierte Beschleunigung des Blühens beruht auf zwei Faktoren: einerseits auf der relativ geringen Entwicklung der vegetativen Sphäre, welche korrelativ einer Begünstigung des Blühens ruht (Goebel) und anderseits auf der stärkeren Insolation und der damit zusammenhängenden stärkeren Erwärmung des Bodens. Da diese Wirkung nach dem Herbst hin eine immer stärkere Begünstigung der alpinen Region ergibt (siehe oben S. 40), so ist das starke Vorrücken der Herbstblüher erklärlich.

Von diesem klimatisch direkt beeinflußten, nicht erblichen Verfrühen des Blühens haben wir die erblichen Frühblüher, die Frühlingspflanzen der Alpen, scharf zu unterscheiden. Wir haben diejenigen der Wiesenflora als „Frühlingsboten des Alpenrasens“ S. 481—490 be-

lebiges holziges Gewächs machen; auch unfruchtbare Bastarde einjähriger Pflanzen sind manchmal ausdauernd (*Verbascum*). Anderseits werden in warmen Ländern ohne Winterruhe viele einjährige Pflanzen zu ausdauernden (*Levkoje* und *Reseda* nach Hooker). Vielleicht wirkt im letzteren Fall die Begünstigung der vegetativen Entwicklung im Sinne einer Verhinderung des Blühens und Fruchtens. Wahrscheinlich ist das auch die Ursache des Vorherrschens der Perennierenden in der Wasserflora: also das korrelative Zurücktreten der Reproduktionsorgane (Goebel).

sprochen: Die *Soldanella*-Arten, *Crocus vernus*, *Primula integrifolia* u. a. A., *Anemone vernalis*, *Ranunculus alpestris* und *pyrenaeus*, *Gagea Liottardi* und *minima*; es mögen noch *Loiseleuria procumbens*, *Erica carnea*, *Arctostaphylos uva ursi* und *alpina*, *Empetrum nigrum*, *Daphne mezereum*, *Polygala chamaebuxus*, *Draba aizoïdes*, *Primula auricula*, *Saxifraga oppositifolia*, *Sesleria coerulea*, *Eriophorum Scheuchzeri* hinzugefügt werden.[1]) All diese Frühblüher sind im Vorteil durch die vollständige Ausnützung der kurzen Vegetationsperiode. Ihre Blüten sind häufig schon im Herbst fertig vorgebildet (*Loiseleuria*) und die meist immergrünen Blätter figurieren als Reservestoffbehälter (oft mit Hemizellulose: *Soldanella*, *Primeln*, *Plantago*).

Die Tatsache, daß die Blüten der alpinen Frühblüher im Herbst des vorhergehenden Jahres schon vorbereitet werden, spricht sich auch in einer Beobachtung LACHMANNS aus, wonach trotz günstigerer Frühlingstemperaturen die *Soldanella* im Garten von Chamrousse (1847 m ü. M., oberhalb Grenoble) anno 1897 acht Tage später aufblühte als 1895, weil der Herbst 1896 ungünstiger war als der Herbst 1894.[2])

§ 3. Immergrüne Blätter.

Ein immergrünes Blatt ist im Alpenklima in erheblichem Vorteil über ein sommergrünes: es kann jeden Moment von der Schneeschmelze an zur Assimilation benutzen, während ein sommergrünes sich erst langsam aus der Knospe entwickeln muß. An schneefreien Stellen ist sogar während des sonnigen Alpenwinters Assimilation möglich. Der Prozentsatz der Immergrünen ist denn auch in der Alpenflora ein sehr hoher.

Ich erinnere an die Koniferen (*Pinus montana* und *Juniperus nana*), an die *Ericaceen* (mit Ausnahme von *Arctostaphylos alpina* und *Vaccinium myrtillus*) und *Empetrum*, an *Dryas* und *Globularia*, an die ausdauernden *Gentianen*, die *Primeln*, die *Saxifragen*, die *Sempervivum*- und die ausdauernden *Sedum*-Arten, ja selbst die meisten Spelzblütler und *Juncaceen* haben überwinternde Blätter. Ob diese Eigenschaft auf Auslese oder auf Induktion beruht, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Auffallend ist, daß bei den sonst durchweg sommergrünen Weiden (*Salix*) eine arktisch-alpine Art (*S. reticulata*) als immergrüne Pflanze auftritt. Es wäre einmal der Frage nachzugehen, ob nicht bei sommergrünen Holzgewächsen der Alpen eine Tendenz zum Immergrünwerden existiert.

---

[1]) „Ich habe schon im April auf dem Gipfel des Schiahorns (2713 m, bei Davos) die schönsten blühenden Polster der *Saxifraga oppositifolia*, der *Gentiana verna*, *Draba aizoïdes*, blühende Stengel der *Hutchinsia alpina*, *Viola calcarata*, *Arabis alpina*, der *Sesleria coerulea* gepflückt, und im Mai, Juni, wenn der Laie im Flachland die Alpenregion noch ganz in Eis und Schnee vergraben wähnt, ist wie auf Inseln, mitten im schmelzenden Schnee schon ein ganzer Flor erblüht" (SCHIBLER, l. c.).

[2]) LACHMANN, Observations phénologiques, faites au jardin alpin de Chamrousse; Grenoble 1906.

§ 4. Enge Jahrringe der Holzgewächse.

Daß der Dickenzuwachs der alpinen Holzgewächse bei der Kürze des Sommers und seiner geringen Wärme kein großer sein kann, ist selbstverständlich. Ich erinnere an die zahlreichen, bei Besprechung der alpinen Sträucher oben gegebenen Daten.

Es möge hier eine kleine Tabelle folgen über das höchste Alter und die kleinste Jahrringbreite, die man bis jetzt bei alpinen Holzgewächsen konstatiert hat. Die Höhe ü. M. bezieht sich auf das Exemplar mit der geringsten Jahrringbreite:

Name	Maximales Alter Jahre	Minimale Jahrringbreite mm	Höhe ü. M. m
Juniperus nana . . .	103	0,340	2600
Loiseleuria procumbens	55	0,055	1900
Calluna vulgaris . . .	?	0,14	2000
Arctostaphylos uva ursi	29	0,19	2000
— *alpina* .	28	0,054	2300
Empetrum nigrum . .	50	0,076	2400
Dryas octopetala . . .	50 (i. d. Arktis üb. 100!)	0,22 (Arktis 0,046!)	2000
Rhamnus pumila . .	21	0,12	2000
Salix reticulata . . .	41	0,09	2177
— *retusa*	55	0,11	2600
— *serpyllifolia* . .	59	0,03	2440
— *herbacea*	40	0.77	2850

Die Untersuchungen Lasniewskis und Rosentals (siehe S. 213) haben gezeigt, daß die Jahrringbreite der alpinen Weiden bei derselben Art mit der Höhe abnimmt: im Tiefland kultivierte Exemplare zeigten bis 1 mm Breite, hochalpine bis 0,03 mm herab; bei derselben Art (*Salix serpyllifolia*) war der Jahrring in Hamburg 10 mal so breit als bei 2400 m auf dem Berninahospiz; ähnlich bei anderen Gattungen. Immerhin bleiben auch in der Ebene die Jahrringe relativ eng. Es ist das also ein erblich fixiertes Merkmal, das nur in gewissen Grenzen von der Höhe über Meer abhängig ist.

Zweites Kapitel.

Die Wirkungen der starken Besonnung.

Erstes Unterkapitel.

Lichtwirkung.

Bevor wir zur Besprechung der Einflüsse des Lichtes übergehen, wollen wir noch kurz der durch Wiesner eingeführten Methode der Messung der chemischen Lichtintensität gedenken, welche den Lichtgenuß der Pflanzen vergleichend zahlengemäß zu bestimmen erlaubt.

Es wird dabei die Raschheit gemessen, mit der ein ans Licht gehaltenes photographisch-empfindliches Papier sich bis zur Erreichung eines bestimmten Tones schwärzt. Je rascher die Schwärzung eintritt, desto intensiver das Licht. Selbstverständlich mißt man dabei nur diejenigen Strahlen, welche auf Chlorsilberpapier chemisch wirken, also die stärker brechbaren. Das sind freilich nicht die für die Assimilation wichtigsten; denn das absolute Assimilationsoptimum liegt im Rot; ein viel kleineres sekundäres im Blau; die ultravioletten Strahlen sind nur noch sehr schwach wirksam! Wohl aber sind die chemischen Strahlen für Wachstum- und Gestaltungsprozesse von großer Bedeutung.[1]) Man bezeichnet diejenige Lichtintensität als 1000, bei welcher das Papier in einer Sekunde geschwärzt wird; dauert es 2 Sekunden, so ist die Intensität $= {}^{1000}/_{2} = 500$ usw. Als diffuses Licht bezeichnet man das ohne direkte Besonnung des Apparates, also im Schatten gemessene, als Gesamtlicht das in der Sonne gemessene und als direktes die Differenz zwischen beiden.

„Wiesner hat jahrelang in Wien die Lichtintensitäten gemessen. Dr. Rübel hat auf dem Berninahospiz (2310 m) während $1^1/_2$ Jahren kontinuierliche Beobachtungen angestellt; letztere sind noch nicht publiziert. Dr. Rübel teilt mir freundlichst folgendes mit:

„Die Unterschiede zwischen Ebenenlicht und Alpenlicht gehen namentlich aus folgenden Daten hervor:

Wiesner hat gefunden, daß in der Ebene das diffuse Licht für die Pflanzen wichtiger ist als das direkte; in den hohen Regionen spielt dagegen das direkte Sonnenlicht eine viel größere Rolle: je höher wir steigen, aus desto mehr direktem und weniger diffusem Licht setzt sich das Gesamtlicht zusammen. Nach Wiesner ist bei einer Sonnenhöhe von 19° der Wert des direkten Lichtes gleich Null; d. h. Messungen in der Sonne und im Schatten ergeben den gleichen Wert; auf dem Berninahospiz geht das nur bis zu 6° Sonnenhöhe. In Wien wurde der gleiche Wert für direktes und diffuses Licht meist erst bei 57° Sonnenhöhe erreicht, in vereinzelten Fällen schon bei 33°; auf dem Berninahospiz hat schon bei 16° Höhe die Sonne diesen Effekt. In der Arktis und in der Ebene anderer Zonen findet Wiesner als höchsten Wert des direkten Lichtes den doppelten des diffusen; auf dem Berninahospiz ist der dreifache und vierfache häufig, und kommen noch höhere Werte vor; dasselbe fand Wiesner auf dem Pikes Peak.

„Auf der graphischen Darstellung Fig. 256 habe ich (Rübel) den täglichen Verlauf der chemischen Lichtintensität auf dem Berninahospiz

---

[1]) Der Vergleich der Gesamtstrahlung in Ebene und Alpen, erschlossen aus der gemessenen chemischen Lichtintensität, ist freilich wegen der durch die selektive Absorption veränderten Zusammensetzung des Ebenenlichtes unzulässig (das Ebenenlicht ist relativ ärmer an stärker brechbaren Strahlen).

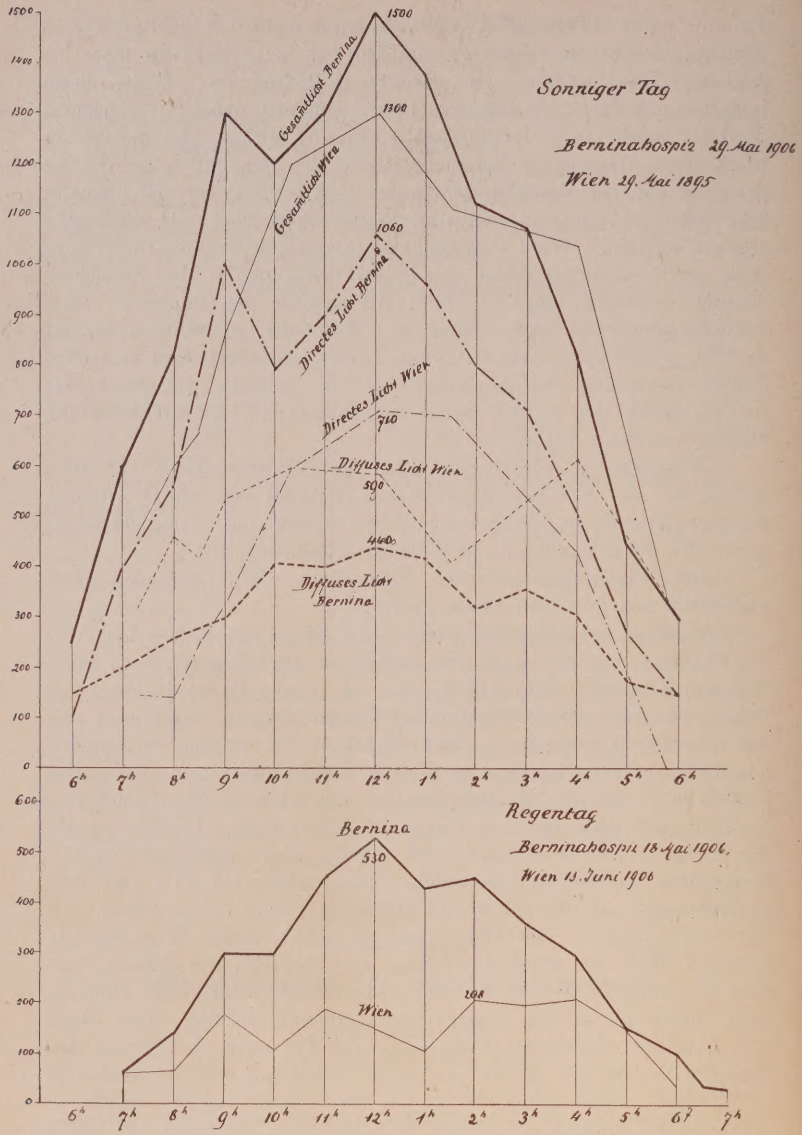


Fig. 256.

Beispiel des täglichen Verlaufs der chemischen Lichtintensität in Wien und auf dem Berninahospiz. (Nach Beobachtungen von WIESNER und RÜBEL von letzterem konstruiert.)

und in Wien (nach Wiesner) aufgezeichnet, an einem sonnigen Tag (oben) und einem Regentag (unten). Am Sonnentag zeigt sich klar der Unterschied zwischen Ebene und Alpen: das direkte und das Gesamtlicht ist in der Höhe weit stärker, während das diffuse Licht Wiens dasjenige des Berninahospizes erheblich übertrifft; am Regentag (mit rein diffusem Licht) ist es umgekehrt (unteres Bild)."

§ 1. Steigerung der Assimilationstätigkeit.

Wir haben oben S. 41—43 die gewaltige Insolation im Gebirge besprochen und dieselbe soeben noch weiter illustriert durch die Resultate der chemischen Lichtmessungen. Diese enorme Lichtfülle hat auf die assimilatorische Tätigkeit des Alpenblattes und auf seine Struktur einen sehr deutlichen Einfluß,[1]) im Sinne einer Steigerung seiner Assimilationstätigkeit. Das Alpenblatt ist nach den oben S. 628 besprochenen Versuchen Bonniers unter gleichen Bedingungen imstande, auf gleicher Fläche mehr Kohlensäure zu verarbeiten, also mehr organische Substanz zu produzieren, als das Ebenenblatt der gleichen Art.

§ 2. Änderung des anatomischen Baues im Sinne einer Beförderung der Assimilation.

Auf zwei ganz verschiedenen Wegen gelangten hier Bonnier und Wagner zu demselben Resultat: Bonnier (siehe oben) verglich die zwei Hälften desselben Individuums montaner oder regionenvager Arten, wovon die eine in der Ebene, die andere in den Alpen kultiviert wurde; Wagner untersuchte die Blätter von 92 am natürlichen Standorte gewachsenen Pflanzen, von Innsbruck (570 m) bis zum Rosengarten bei Bozen (2800 m), fast ausschließlich typische Alpenpflanzen.

Die Resultate Bonniers haben wir oben in extenso kennen gelernt. Wagner gelangt zu folgenden Schlüssen (vergl. Fig. 257).

1. Die Blätter von Alpenpflanzen zeigen in jeder Beziehung eine unverkennbare Anpassung an gesteigerte Assimilationstätigkeit, sie zeigen „Sonnenblattstruktur". Diese äußert sich

[1]) Die Hauptarbeiten über diese Frage sind: Bonnier, Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin. Annales des sciences nat. Bot., série VII, tome XX, p. 217. Paris 1895. — Wagner, A., Zur Kenntnis des Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologischer Bedeutung; Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wissenschaften Wien, Math.-nat. Klasse, Bd. 101, Abt. I, Mai 1892. — Leist, K., Über den Einfluß des alpinen Standorts auf die Ausbildung des Laubblattes. Mitt. d. nat. Ges. Bern 1889. — Steenström, Über das Vorkommen derselben Arten in verschiedenen Klimaten an verschiedenen Standorten, mit besonderer Berücksichtigung der xerophil ausgebildeten Pflanzen; Flora 1895, Heft 1 u. 2.

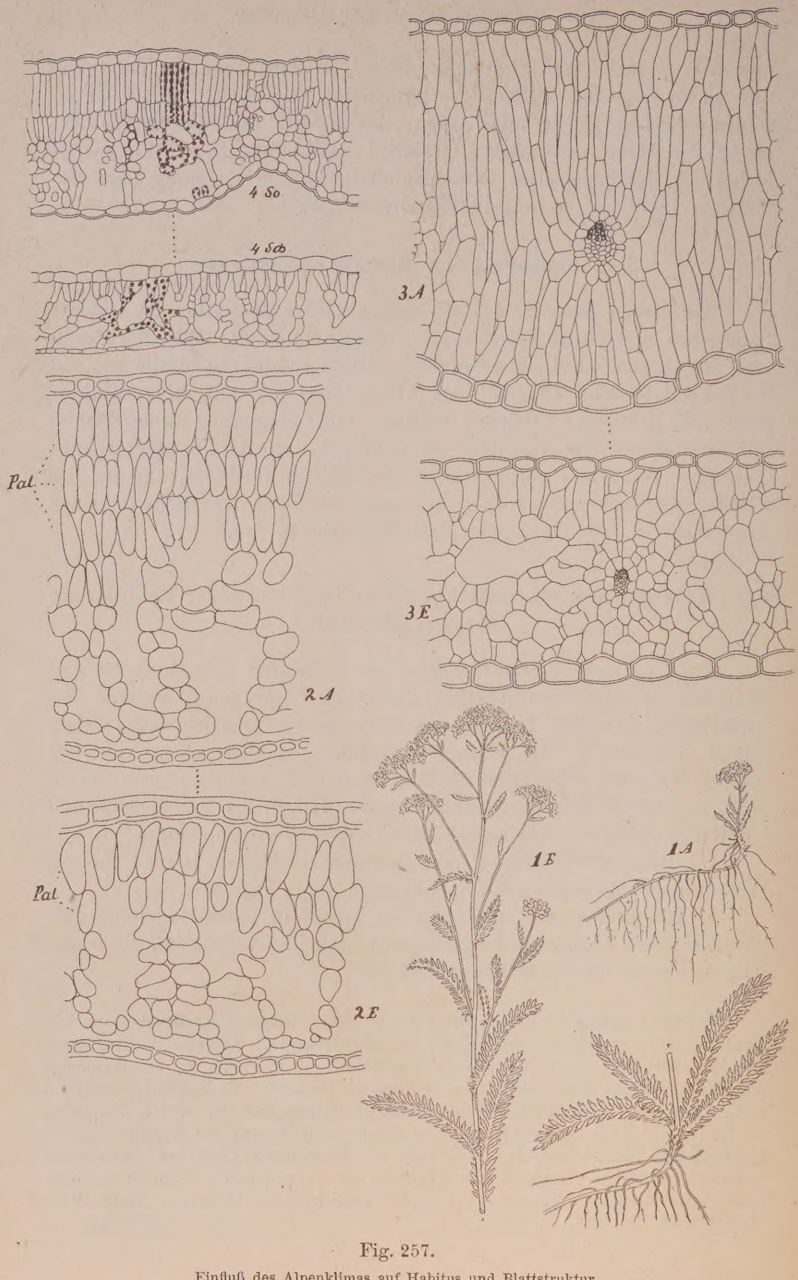


Fig. 257.

Einfluß des Alpenklimas auf Habitus und Blattstruktur.

Erläuterung zu Fig. 257.

1. Gemeine Schafgarbe (*Achillea millefolium* L.)
Ein Stock aus der Umgebung von Paris wurde geteilt und die beiden Hälften in den Pyrenäen gepflanzt: die eine Hälfte (1 A) auf felsigem Boden auf dem Col d'Aspin bei 1500 m, die andere (1 E) in Cadéac bei 750 m, in einem Boden, der vom oberen Standort herabgebracht worden war (1889). Im Jahre 1895 zeigten die beiden Exemplare die hier dargestellten Differenzen (in $^1/_2$ nat. Größe, nach Bonnier).
2. Querschnitte durch das Blatt des Alpenlattichs (*Homogyne alpina* L.), wildgewachsene Exemplare.
2 E von einem Exemplare von ca. 1500 m ü. M. 2 A von einem Exemplar aus 2200 m Höhe. — Das Blatt vom höher gelegenen Standort (2 A) zeigt stärker entwickelte Palissaden (Pal.) und ist erheblich dicker. ($^{120}/_1$, nach Wagner.)
3. Querschnitte durch das Blatt des Schotenklees (*Lotus corniculatus* L.)
3 E von einem in Paris kultivierten Exemplar, 3 A von einem auf dem Pic du midi (bei 2400 m) kultivierten Exemplar. Die beiden Exemplare waren die Hälften eines und desselben bei Paris gesammelten Stockes (gepflanzt 1886, untersucht 1895). Das Alpenblatt ist bedeutend dicker, als das Ebenenblatt und zeigt eine beinahe „isolaterale" Struktur, durchwegs mit Palissaden; das Ebenenblatt hat kaum angedeutete Palissadenbildung (nach Bonnier l. c., ohne Angabe der Vergrößerung; auf der Originalfigur in An. sc. nat. 7. série tome 20 pag. 244 sind die Schnitte verkehrt orientiert, mit der Unterseite nach oben).
4. Sonnenblatt (4 So) und Schattenblatt (4 Sch) des Haselstrauches (*Corylus avellana* L.); das Sonnenblatt von der Südseite eines Strauches, das Schattenblatt aus dem Innern eines im Schatten eines Bestandes befindlichen Strauches. Die schwarzen Punkte bedeuten Chlorophyllkörner. Das Sonnenblatt entspricht dem Alpenblatt der Figuren 2 und 3 (nach Hesselman.)

a) in einer Verlängerung oder Vermehrung der Palissaden;[1]

b) einer im allgemeinen lockeren Struktur;

c) einem sehr verbreiteten Vorkommen zahlreicher Spaltöffnungen auf der Oberseite gerade bei dorsiventralen Blättern;

d) der gewöhnlich exponierten Lage der Schließzellen.

2. Hervorgerufen wird diese erhöhte Ausbildung der Assimilationsgewebe durch die Reizwirkung der bedeutend gesteigerten Lichtintensität, unterstützt durch die xerophytischen Bedingungen. Sie erweist sich aber nach zwei Richtungen weiterhin als nützlich:

α) Wegen der verhältnismäßig nicht unbedeutenden Abnahme des absoluten Kohlensäuregehalts der Luft mit der Seehöhe. Dadurch wird es der Pflanze erschwert, die nötige Kohlensäuremenge zu gewinnen. „Um dasselbe Quantum Kohlensäure zur Assimilation benutzen zu können, welches bei 580 m Höhe ü. M. der Pflanze in einem Kubikmeter Luft geboten wird, bedarf sie in 2200 m 1,192 Kubikmeter, in 2800 m 1,271 Kubikmeter, d. h. sie muß in 2200 m 192 Liter, in 2800 m 271 Liter Luft mehr durch ihr Assimilationsgewebe streichen lassen." Es ist also für die Pflanze zweckmäßig, ihr Assimilationsgewebe so zu vervollkommnen, daß es diese notwendige Mehrleistung bewältigen kann. Dazu dient nicht nur die Vermehrung der spezifischen Assimilationszellen, der Palissaden, sondern auch die lockere Struktur und die zahl-

[1]) Dieselben sind dabei häufig, wie namentlich Lasniewski für *Saxifraga* und *Silene acaulis* gezeigt hat, an die besterleuchteten Stellen des Blattes versetzt und ihre Richtung nicht einfach senkrecht zur Oberfläche des Blattes, sondern je nach der Lage des Blattes auch schief, parallel mit der Richtung des einfallenden Lichtes. Ebenso bei vielen andern Rosettenpflanzen.

reicheren Spaltöffnungen, welche eine raschere Luftzirkulation ermöglichen.

β) Wegen der Kürze der Vegetationsdauer, die eine energischere Stoffproduktion nötig macht.

WAGNER stellt diese drei Momente: Lichtintensität, Kohlensäuremangel und Kürze der Vegetationszeit als gleichwertige „Gründe" für erhöhte Ausbildung des Assimilationsgewebes hin. Es scheint mir aber ein wesentlicher Unterschied in ihrer Wirkungsweise zu liegen: das starke Licht wirkt, wie durch zahlreiche Untersuchungen bewiesen ist, direkt als Reiz auf das Blatt im Sinne einer Änderung seines anatomischen Baues.[1]) Ob Kohlensäuremangel ähnlich wirkt, ist nicht untersucht. Daß die Kürze der Vegetationszeit als Reiz wirke, ist nicht denkbar; sie spielt wohl eine Hauptrolle als Selektionsfaktor, indem eben einfach alle Arten, die sich nicht so einzurichten vermögen, daß sie ihren Entwicklungsgang in der kurzen Zeit vollenden können, ausgemerzt werden. Es läge also in der gesteigerten Assimilationsfähigkeit des Blattes, welche das Licht bewirkt, eine Eigenschaft vor, die zufällig gleichzeitig nützlich wird für zwei andre Bedingungen der Alpenregion (CO_2-Mangel und Kürze der Vegetation), also eine „zufällige Zweckmäßigkeit" (akzidenteller Ökologismus" nach DETTO).

3. Es gibt von diesem Gesetz der Steigerung der Palissaden mit zunehmender Höhe eine Reihe von Ausnahmen:

a) Pflanzen, die im alpinen Klima überhaupt nicht gedeihen, zeigen als Kümmererscheinung eine mangelhafte Differenzierung des Blattgewebes.

b) Unveränderte Palissadenbildung an höhern Standorten zeigten *Veronica saxatilis* und *Cerinthe alpina*; die einzige Art, bei welcher WAGNER Abnahme beobachtete, war *Vaccinium vitis idaea.*

c) Manche Arten zeigen überhaupt von vornherein keine Palissaden (*Gentiana bavarica* und *Primula farinosa* nach WAGNER, *Saxifraga bryoides* nach BONNIER).

Da WAGNER nur etwa 100 Arten der Alpenflora untersucht hat, bleibt für eine vergleichende Blattanatomie der gesamten Alpenflora noch viel zu tun.

DIELS[2]) kommt bei seinen anatomischen Studien über die neuseeländischen Alpenpflanzen zum gleichen Resultat wie WAGNER. Er

[1]) PFEFFER spricht hier von „selbstregulatorischer Reaktionsfähigkeit"; STAHL, HABERLAND und andere sind der Ansicht, es handle sich um eine zweckmäßige Reaktion auf einen äußern Reiz, während KÜSTER (Pathol. Pflanzenanatomie) den Schattentypus der Blätter als „Hemmungsbildung" betrachtet, die auch durch andere Faktoren hervorgerufen werden kann.

[2]) DIELS, L., Die Vegetationsbiologie von Neuseeland. ENGLERS bot. Jahrbücher Bd. 22. 1897.

fand an feuchteren Stellen allgemein „den Idealtypus des Sonnenblatts erreicht: isolaterales Palissadenchlorenchym mit weiten Interzellularen, die von beiden Seiten des Blattes her durch Spaltöffnungen mit Rohmaterial gespeist werden". Nur die Kompositen weichen davon ab, indem sie als Anpassung an Trockenheit oberseits eine spaltöffnungsfreie Wasserepidermis führen. „Auch in den trockenen Formationen herrscht der lakunös isolaterale Typus allenthalben, denn die Kürze des Sommers fordert rasche Arbeit und die zahlreichen Trockenschutzmittel setzen die Gefahren großer innerer Verdunstungsfläche soweit tunlich herab."

§ 3. Reichliche Produktion von Bau- und Reservestoffen.

Daß die Alpenpflanzen mit Hilfe ihrer eben besprochenen günstig gebauten assimilierenden Laboratorien den Reichtum an leuchtender Energie, den ihnen die Alpensonne spendet, zur reichen Produktion organischer Substanz auszunützen wissen, das zeigen deutlich die bei aller Kleinheit doch reich verästelten und dicht gedrängten Triebe, das zeigt die starke Entwicklung der unterirdischen Teile und die massenhafte Produktion von Reservestoffen.

§ 4. Gedrungener Wuchs.

Starkes Licht begünstigt wohl die Stoffproduktion, hemmt aber die Streckung der Stengelglieder. Die Alpenpflanzen beginnen nun aber zu einer Zeit zu vegetieren, vegetieren überhaupt nur während einer Zeit, wo die Tage lang und die Nächte kurz sind. Und was für Tage, was für Nächte! erstere bei hellem Wetter und in der dünnen klaren Luft mit einer Intensität des streckungshemmenden Lichtes, wie sie die Ebene nie kennt, noch gesteigert durch Reflexwirkung des felsigen Untergrundes, durch günstige Lage an geneigten Gehängen. Und die Nächte mit ihrer starken Ausstrahlung bieten statt der streckungsfördernden dunkeln Wärme eine dunkle streckungshemmende Kälte, deren Wirkung sich mit derjenigen des Tages summiert: so müssen die Stengel notwendig kurz bleiben.

Der Zwergwuchs ergibt sich also in diesen Fällen als eine direkte physiologische Wirkung der äußeren Faktoren. Sie gibt sich als solche auch dadurch zu erkennen, daß sie mit dem Verpflanzen in die Ebene aufhört: Bonniers Versuche haben gelehrt, daß dieselbe Pflanze in der Ebene bis 10 mal höher wird (siehe auch Fig. 257). Hierher gehört auch die Tatsache des „Ausartens" vieler (aber nicht aller!) Alpenpflanzen bei Kultur in der Ebene durch Streckung, z. B. des Edelweißes. Man kann dieses „Ausarten" durch Streckung aber dadurch verhüten, daß man die in der Ebene kultivierten Alpenpflanzen

nachts in den Eisschrank stellt, also die alpine Nachtkälte künstlich nachahmt (Pfeffer): ein deutlicher Beweis, daß am Zwergwuchs nicht allein das starke Licht, sondern auch die Nachtkälte schuld ist.

Wir wollen hier gleich die Frage des Zwergwuchses der Alpenflora allgemein besprechen. Wir haben soeben als eine erste Form desselben den durch die wachstumshemmende Wirkung des Lichts und der Nachtkälte bei jedem Individuum direkt klimatisch „induzierten Nanismus" kennen gelernt. Daneben gibt es aber mindestens noch dreierlei weitere Ursachen niederen Wuchses.

Zweitens kann durch niedere Temperatur überhaupt nach den Untersuchungen von Vöchting und Lidforss, die wir weiter unten näher besprechen werden, eine Richtungsänderung der Sprosse herbeigeführt werden, so daß sie sich der Erde anschmiegen. Auch das ist „klimatisch induzierter" Zwergwuchs.[1])

Diese beiden Formen von niederem Wuchs sind also nicht erblich; sie lassen sich experimentell daran erkennen, daß die alpine Zwergform bei Kultur in der Ebene ausartet, d. h. den Zwergwuchs aufgibt. Nun gibt es aber eine große Zahl von Alpenpflanzen, die auch beim Verpflanzen in die Ebene ihren Zwergwuchs beibehalten: *Dryas octopetala*, *Potentilla nitida*, *Dianthus neglectus*, alle *Draben*, *Semperviven*, *Artemisia mutellina*, *Salix reticulata*, *retusa*, *herbacea*, *Silene acaulis*, *Chrysantemum alpinum*, *Gentiana vulgaris*, *latifolia*, *bavarica*, viele *Saxifragen* usw. Das ist also erblicher Zwergwuchs; er zerfällt wieder in zwei Möglichkeiten: angeborene und dann gezüchtete einerseits und erworbene Erblichkeit anderseits.

Drittens: Gezüchteter Zwergwuchs: Es gibt ja auch unter den Ebenenpflanzen „erbliche Zwerge", die vielleicht als „Mutationen" durch plötzliche Abänderung entstanden sind. Bei vielen Gartenpflanzen hat man solche Zwergformen weiter gezüchtet; auch unter den berühmten Mutationen, die Hugo de Vries aus *Oenothera Lamarckiana* gezüchtet hat, war ein Zwerg: *O. nanella*.[2]) Wenn solche Zwerge in die Alpen einwanderten, so waren sie hier durch die zufällig sich zweckmäßig erweiternde Wuchsform im Vorteil, und die natürliche Zuchtwahl mußte sie begünstigen. Das ist also „gezüchteter" Nanismus.

Viertens läßt sich noch eine zweite Art von erblichen Alpenzwergen denken: Erworbener Zwergwuchs.

Die Frage liegt sehr nahe: Haben wir die erbliche geringe Zuwachsgröße der Alpenpflanzen nicht in manchen Fällen als eine in den Alpen erworbene und durch die lange Einwirkung erblich gewordene Eigenschaft zu betrachten? Da die Frage des Erblichwerdens von Standortseinflüssen eine hohe allgemeine Bedeutung für die Theorie der Entstehung der Arten hat, so haben die neuer-

---

[1]) Als eine dritte Ursache niederen Wuchses hat sich in vielen Fällen die Trockenheit erwiesen (vergl. besonders Holtermann). Bei Alpenpflanzen ist die Einwirkung dieses Faktors als gesonderter Bewirker bis jetzt nicht untersucht.

[2]) Gauchéry, Recherches sur le nanisme végétal. — Annales des sciences nat. série 8, Tome IX. Paris 1899. Eine Untersuchung über „konstitutionellen Nanismus", in welcher gezeigt wird, daß diese „erblich Kleinen" alle die anatomischen und morphologischen Unterschiede, welche die alpinen Zwerge aufweisen, nicht besitzen. H. de Vries schreibt irrtümlicherweise den von Gauchéry untersuchten Nanismus der Trockenheit zu, während Gauchéry ausdrücklich bemerkt, daß seine Zwerge unter denselben Bedingungen aufwuchsen, wie die großen Exemplare.

dings namentlich durch forstliche Versuchsstationen zur Lösung der Frage der Erblichkeit des alpinen Zuwachses unternommenen Versuche großes Interesse erregt.[1]) Diese Versuche haben ergeben, daß in der Tat bei unseren Holzarten die „alpinen“ Eigenschaften der in hoher Lage erwachsenen Individuen erblich sind, wenigstens in der ersten Generation bis jetzt 12 Jahre lang sich erhalten haben. Die aus Samen von Hochgebirgsfichten (*Picea excelsa*) im Tiefland erzogenen Exemplare zeigten ein weit langsameres Wachstum und eine viel kräftigere Wurzelbildung als die Tieflandsfichten (Cieslar, Engler). Aber auch die jährliche Wachstumsdauer, der anatomische Bau der Nadeln, und die Dicke der Rinde vererben sich nach Englers Untersuchungen (die sich auf 9 Jahre erstrecken). Die Nadeln der Gebirgsfichten sind nach dem Typus der Lichtblätter, die der Tieflandsfichten nach dem der Schattenblätter gebaut. Umgekehrt behalten die Tieflandsfichten bei Kultur in Hochlagen ihre lange Wachstumsdauer bei, schließen das Wachstum später ab und werden deshalb leicht gipfeldürr. Das Längenwachstum ihrer Triebe aber ist nicht erblich fixiert und wird in Hochlage nicht beibehalten: sie machen keine längeren Höhentriebe als die Hochlandsfichte; wahrscheinlich eine Folge des wachstumshemmenden intensiven Lichtes.[2])

Es bleiben also die Gebirgscharaktere der Gebirgsfichte und die Tieflandscharaktere der Tieflandsfichte bei den Nachkommen wenigstens teilweise erhalten; bis jetzt ist dieses Erhaltenbleiben allerdings nur für 9 Jahre der ersten Generation nachgewiesen; wie lange es dauert, und ob es auch noch in der zweiten Generation bleibt, ist abzuwarten.

Stellen wir die Frage: liegt hier ein Beweis vor für die Vererbung erworbener Eigenschaften, d. h. für den Übergang einer durch Einwirkung äußerer Faktoren auf das Individuum entstehenden Eigenschaft in ein konstantes erbliches Artmerkmal?

Wir müssen zunächst fragen: sind alle diese bei den Nachkommen wiederkehrenden Eigenschaften wirklich im Alpenklima erworbene? Kann nicht die Fichte einzelne derselben schon mitgebracht haben? Engler verneint mit Recht die erste Frage, indem er darauf hinweist, daß die Fichte, als nordischer Baum, bei ihrer Einwanderung in die Alpen wohl das langsame Wachstum schon mitgebracht habe, und daß umgekehrt das rasche Wachstum der Tieflandsfichte eine erworbene Eigenschaft sei. Diese geht aber sehr rasch verloren. Dagegen sind andere dieser wiederkehrenden Eigenschaften sicher erworben: so die lange Wachstumsperiode der Tieflandsfichten, die anatomischen Anpassungen der Nadeln an das starke Alpenlicht, welche die Fichte nicht aus dem Norden mitgebracht haben kann usw.

---

[1]) Cieslar, Über die Erblichkeit des Zuwachsvermögens bei den Waldbäumen. Zentralblatt f. d. gesamte Forstwesen, 1895, S. 1. — Engler, A., Der Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. Mitteilungen der schweiz. Zentralanstalt für d. forstliche Versuchswesen. Bd. VIII, Heft 2. Zürich 1905. Dort auch ein vollständiges Literaturverzeichnis. — Ferner: Engler, A., Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau. Referat am internat. Kongreß für Forst- und Landwirtschaft in Wien 1907. (Als Manuskript gedruckt.)

[2]) Auch für andere Holzgewächse hat Engler das Erhaltenbleiben der Gebirgscharaktere bei Sämlingen in der Ebene konstatiert: bei der Lärche zeigen Sämlinge aus Samen von über 1700 m Meereshöhe langsameres Wachstum, ebenso bei der Tanne (über 1600 m); der Bergahorn aus 1500—1600 m wächst langsamer, beblättert und entblättert sich früher als die Ebenenform.

Also erworbene Eigenschaften kehren bei den Nachkommen der ersten Generation wieder. Ist damit aber auch ihr Übergang in den eisernen Bestand der „erblichen Artmerkmale" erwiesen? Wir müssen diese Frage verneinen! Solange nicht diese Eigenschaften bei Kultur in der Ebene in mehreren Generationen sich konstant erwiesen haben, ist dieser Beweis nicht erbracht. Um so weniger, als in ähnlichen Fällen sich eine solche scheinbare Erblichkeit als eine nach wenigen (4—5) Generationen erlöschende „Nachwirkung" erwiesen hat; so z. B. die kurze Vegetationsdauer nordischer Getreidesorten bei Kultur im Süden. Auch der berühmte Fall des vom Riffel bei Zermatt stammenden Exemplars von *Solidago virga-aurea*, das bei 20jähriger Kultur in Gießen seine frühe Blütezeit beibehielt, ist nicht entscheidend, da auch hier nur eine Generation vorlag.

So einleuchtend und einfach auch die Vorstellung erscheint, daß die den Pflanzen durch das Alpenklima aufgezwungenen Eigenschaften durch die Jahrtausende dauernde Einwirkung allmählich zu erblichen Arteigenschaften geworden seien, so ist sie bis jetzt nicht bewiesen. Da liegt noch ein dankbares Feld für Versuche, die mit krautartigen Alpenpflanzen durch viele Generationen hindurch anzustellen wären.

Resümieren wir: Nach unsern bisherigen Erfahrungen kommen folgende Formen des Zwergwuchses in den Alpen vor:

I. Als nicht erbliche Standortsmodifikationen, durch die Faktoren des alpinen Klimas bedingt („induzierter Nanismus"). Derselbe kann beruhen auf

a) einer Hemmungserscheinung durch starkes Licht und Kälte;
b) einer Veränderung der geotropischen Reizstimmung durch Kälte;
c) einer Hemmung durch Trockenheit(?).

II. Als erblicher Charakter, der auch bei Kultur in der Ebene sich erhält. Dieser kann beruhen auf

a) einer spontanen sprungweisen (mutativen) Abänderung („angeborener Nanismus"), die als vorteilhafte Eigenschaft durch die Zuchtwahl auf den Alpen erhalten blieb („gezüchteter Nanismus);

b) dem Erblichwerden des alpinen Standortseinflusses („des induzierten Nanismus") durch langandauernde Einwirkung, also durch „Vererbung erworbener Eigenschaften" („erworbener Nanismus").

Ob gezüchteter oder erworbener Nanismus vorliegt, ist bis jetzt nicht mit Sicherheit entschieden.

§ 5. Schutzeinrichtungen gegen die Zerstörung des Chlorophylls.

Intensives Licht wirkt zerstörend auf das Chlorophyll; als Schutzeinrichtung gegen diese schädliche Wirkung des Alpenlichts haben wir die vermehrte Bildung roten Farbstoffs in der Epidermis, die Bildung schützender Haardecken und starker Cuticula zu betrachten. Grisch[1]) fand im Winter eine dunkelblaue, violette, rötliche oder braungraue Färbung an der Oberseite der Blätter aller an den „Schneeblößen", also ohne Schneeschutz mit lebendem Blattwerk überwinternden Arten; die

[1]) Grisch, A., Beiträge zur Kenntnis der Pflanzengeograph. Verhältnisse der Bergünerstöcke. Beihefte zum bot. Zentralblatt 1907.

Unterseite der Blätter dagegen behielt ihr lebhaftes Grün bei. Er vermutet mit Recht, daß die dunkle Farbe als Schutzmittel für das Chlorophyll gegen die zerstörende Wirkung des Lichts fungiere.

Eine zusammenhängende Studie über die Schutzeinrichtungen des Chlorophylls in der alpinen Region fehlt noch; es wäre dabei besonders auf die Schutzmittel der austreibenden, besonders empfindlichen Blätter, auf Blattstellung usw. zu achten.[1])

§ 6. Starke Herbstfärbung.

Daß die Intensität der roten Herbstfärbung vom Lichte abhängt, ist eine längst bekannte Tatsache. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß das intensive Alpenlicht in manchen Pflanzen eine wunderbar leuchtende Herbstfärbung hervorruft. Ich erinnere nur an *Arctostaphylos alpina* und verweise auf das S. 157—159 über den Alpenherbst Gesagte.

Zweites Unterkapitel.

Wärmewirkung.

§ 1. Anschmiegen an den Boden.

Die relativ höhere Bodenwärme wird von den Alpenpflanzen durch das Kleinbleiben (Polsterpflanzen) das Niederliegen von Blättern (Rosettenpflanzen) und Zweigen (Spalierwuchs) ausgenützt.

Das Anschmiegen der Sprosse an den Boden wird, wie Vöchting und Lidforss (siehe weiter unten) gezeigt haben, z. T. direkt durch die niedere Lufttemperatur bewirkt, welche eine Richtungsänderung der Sprosse bewirkt, z. T. ist es eine erblich fixierte Eigenschaft.

§ 2. Starke unterirdische Entwicklung.

Mächtige Pfahlwurzeln, reiche Wurzelverzweigung, enorm ausgebildetes System unterirdischer Kriechtriebe, mit Reservenahrung gefüllt, mit Reserveknospen besetzt, finden wir häufig bei Alpenpflanzen (siehe z. B. *Hedysarum obscurum* S. 374, *Ligusticum mutellina* S. 449 usw.). Diese reiche Produktion unterirdischer Aufnahme- und Speicherungsorgane ist einerseits, wie Bonnier nachgewiesen hat, eine direkte physiologische Wirkung des Klimas, anderseits, wie namentlich Cieslar und Engler für die Wurzeln der Alpenfichte gezeigt haben, eine im gewissen

---

[1]) Vgl. Wiesner, Die natürlichen Einrichtungen zum Schutz des Chlorophylls der lebenden Pflanze. Festschrift zur Feier des 25jähr. Bestandes der zool. bot. Ges. Wien 1876.

Grade erbliche Eigenschaft. Sie wird begünstigt durch die relative Wärme des Bodens, und ist der Alpenpflanze vorteilhaft durch die Möglichkeit rascher Entwicklung der Sommertriebe, durch den Schutz gegen Austrocknung und Erfrieren, durch die Fähigkeit der reichlichen Versorgung der Pflanzen mit Wasser und Nährsalzen während des kurzen Alpensommers und durch Bereithaltung eines ganzen Heeres von Reservetrieben zum Ersatz der im Kampfe gegen die feindlichen Mächte des Alpenklimas Gefallenen. In extremster Weise finden wir dieses Hineinschlüpfen in den Boden bei den höchststeigenden Holzpflanzen, so namentlich bei *Salix herbacea* (S. 222 ff.).

§ 3. Verkürzung der Vegetationszeit, besonders bei Kulturpflanzen.

Die Lufttemperatur im Schatten nimmt mit der Höhe ab; an unseren meteorologischen Tabellen gemessen ist also die den Alpenpflanzen zugeführte Wärmemenge geringer als in der Ebene. Namentlich gilt das für die sogenannte „Temperatursumme". Diese soll ein Maß liefern für die gesamte, während der Vegetationszeit einer Pflanze derselben zur Verfügung stehende Wärmemenge. Sie wird gewonnen durch Addition der Tagesmittel der Temperatur im Schatten, von einem bestimmten Anfangspunkte an (1. Tag etwa 0°, oder 1. Tag 10° usw.) und es wird für jede Kulturpflanze z. B. auf diese Weise berechnet, welche Temperatursumme sie zum Reifen ihrer Produkte braucht. Der Weinstock z. B. soll vom ersten bis zum letzten Tage mit Mittel über 10° die Summe von 2500° brauchen.

Diese Methode der Wärmesummen läßt uns im Gebirge völlig im Stich! Hier sollten ja, wegen der niedrigern Tagesmittel, die Pflanzen länger brauchen zur Abwicklung ihrer Vegetationsprozesse: in Wirklichkeit aber brauchen sie oft kürzere Zeit! Die in hohen Lagen kultivierten Getreidesorten reifen rascher als die in tiefen Lagen! Nach H. C. Schellenberg [1]) braucht die hängende zweizeilige Gerste (*Hordeum distichum nutans* Schübeler), die im Münstertal bei Lü bis 1900 m geht, 90—100 Tage zur Reife, während sie in Zürich 102 Tage braucht. Schellenberg stellte nun vergleichende Versuche an mit dieser Gerste. Das Saatgut stammte von einem Acker in Calfreisen im Schanfigg bei 1450 m ü. M. In Zürich bei 510 m brauchte die Pflanze 102 Tage von der Aussaat bis zur Reife, in Calfreisen 96—100 Tage. Nach der

---

[1]) H. C. Schellenberg, Graubündens Getreidevarietäten, mit besonderer Rücksicht auf ihre horizontale Verbreitung. Ber. d. schweiz. bot. Ges. X. 1900, S. 45—71. — Es wäre eine eminent lohnende Aufgabe für einen forschungsfreudigen jungen Landwirt, einmal die gesamte Landwirtschaft der Schweizeralpen (Koniferenzone und Alpenregion) zu behandeln.

Lufttemperatur im Schatten, also nach der Methode der Temperatursummen berechnet, müßte im Gegenteil die Ernte in Calfreisen um ca. 10 Tage später stattfinden.[1])

Auch bei Insekten finden sich ähnliche Erscheinungen: so teilt mir mein Kollege C. KELLER mit, daß bei den Fichtengallenläusen (*Chermes abietis* und *strobilobius*) die „Ananasgallen" an der Baumgrenze schon Mitte Juli, in der Ebene erst Mitte August reif sind. ZSCHOKKE führt für Planktontiere ähnliche Erscheinungen an.

Diese raschere Entwicklung ist der starken Insolation zuzuschreiben, speziell der intensiven Wärmewirkung (worauf schon HUGO v. MOHL aufmerksam machte). Dieselbe Ursache wirkt auch zweifellos mit bei den früher erwähnten Fällen relativ frühen Blühens.[2])

In anderen Fällen tritt aber eine Verlängerung der Vegetationszeit in größerer Meereshöhe ein. WEINZIERL (l. c.) kultivierte dieselbe Pflanze aus gleichem Saatgut bei Melk (227 m ü. M.) und auf dem Versuchsfeld der Sandlingalp. Die Zeitdauer von der Blütezeit bis zur Samenreife war folgende:

	Melk (227 m)	Sandlingalp (1400 m)	Verlängerung
Plantago alpina . . .	44 Tage	30 Tage	− 14
Poa violacea	22 „	42 „	+ 20
Arrhenatherum elatius .	23 „	32 „	+ 9
Festuca duriuscula . .	20 „	39 „	+ 19
Phleum Michelii . . .	40 „	56 „	+ 16
Cynosurus cristatus . .	33 „	48 „	+ 15
Festuca rubra fallax .	21 „	42 „	+ 21
Trifolium badium . .	31 „	48 „	+ 17
Festuca pratensis . . .	22 „	45 „	+ 23
Lolium perenne . . .	30 „	53 „	+ 23
Bromus inermis . . .	30 „	52 „	+ 22

Also nur *Plantago alpina* zeigte an der oberen Station eine Verkürzung der Reifezeit, alle übrigen (3 Alpenpflanzen und 7 Ebenenpflanzen) dagegen brauchten im Höhenklima länger zum Reifen ihrer Früchte als in der Ebene. Auch die Beobachtungen LACHMANNS (l. c.) zeigten ähnliches: *Saxifraga cuneifolia* brauchte in Grenoble bei 217 m 34 Tage von der Blüte bis zur Frucht, in dem Alpengarten von Chamrousse bei 1847 m dagegen 46 Tage. Auch die geringere Verspätung der Herbstblüten tritt hier nicht zu Tage. *Trifolium badium*, unten im Mai, oben im Juni blühend, zeigte eine Verspätung von 56 Tagen, *Bromus inermis*, unten im Juni, oben im August blühend, eine solche von 62 Tagen.

---

[1]) Es läßt sich auch für die obersten Lagen der Weinrebe in der Schweiz zeigen, daß hier die Temperatursumme nicht ausreicht! Die obersten Rebenlagen der Schweiz bei Visperterbinen im Eifischtal (1200 m) reifen ihre Trauben bei einer Temperatursumme von 1216° C. statt 2500° (berechnet nach den Daten des nahe gelegenen Grächen). Die Wallisersonne ist eben besonders wirksam!

[2]) Versuche über diese Frage bei Blütenpflanzen wären sehr erwünscht. Bei Rostpilzen hat sich bei den Untersuchungen IWANOFFS (s. unten) die merkwürdige Tatsache ergeben, daß Kälte die Entwicklung beschleunigt!

Auch bei den Beobachtungen Lachmanns zeigten sich enorme Differenzen in der Verzögerung der Blütezeit. Die Höhendifferenz von 1630 m brachte folgende Verspätungen in der Blütezeit zustande:

Geum montanum 20 Tage, *Anemone narcissiflora* 34, *Anemone vernalis* 40, *Viola calcarata* und *Lychnis alpina* 43, *Silene acaulis*, *Gentiana vulgaris* 45, *Trollius*, *Petrocallis* und *Leontopodium* 60, *Heuchera sanguinea* 90 und *Genista sibirica* 92 Tage; irgend eine Gesetzmäßigkeit läßt sich bis jetzt nicht erkennen und es braucht zweifellos noch viele umfassende Beobachtungsserien, um alle Zufälligkeiten auszuschließen und die in der Natur der beobachteten Arten allein liegenden großen Differenzen rein zu erhalten. Eine der vielen wichtigen Aufgaben für die Alpengärten!

Drittes Kapitel.

Wirkungen der Kälte und Frostgefahr.

§ 1. Konstitutionelle Frosthärte

(d. h. angeborene Unempfindlichkeit gegen Frost).

Wir müssen bei Beurteilung des Verhaltens gegen Kälte wohl unterscheiden zwischen:

1. Unempfindlichkeit gegen Kälte im Ruhezustand (Knospe, Samen);
2. Unempfindlichkeit gegen Frostgefahr im arbeitenden Zustand (grüne Zweige und Blätter);
3. Tiefe Nullpunkte einzelner Funktionen, z. B. der Assimilation.

Die Frosthärte ruhender Organe der Pflanzenwelt bei „latentem" Leben ist eine enorme, selbst bei Holzgewächsen. Im sibirischen Waldgebiete halten die Bäume (Lärche, Fichte, Arve, also auch lebende, immergrüne Nadeln) Wintertemperaturen von -61^0 bis -62^0 ohne Schaden aus. Lufttrockene Samen und Sporen wurden Kältegraden von -250^0 ausgesetzt, ohne Schaden zu leiden. Die absoluten Minima, die bisher auf unsern alpinen Stationen gemessen worden sind ($-34{,}6^0$ z. B. auf dem Sonnblick, -43^0 auf dem Montblanc), schaden also auch den offen, ohne Schneeschutz ihnen ausgesetzten Flechten, Moosen, Algen, Samen und Sporen nicht, auch nicht den phanerogamen Felsenpflanzen der windgefegten, schneefreien Gräte.

Aber auch während des Vegetierens sind viele Pflanzen frosthart. Das gilt besonders für niedere Formen. Die Alge des roten Schnees konnte ohne Schaden auf -36^0 abgekühlt werden (Goeppert), *Diatomeen* blieben noch bei -200^0 lebend (Pictet). Lebendes Mycel (und Sporen) des Köpfchenschimmels (*Mucor mucedo*) hielten Temperaturen von -110^0 ohne Schaden aus (Chodat).

Alpenpflanzen können ohne Schaden glashart gefrieren und an der Sonne auftauen. Man stelle sich eine Felsenpflanze, etwa *Androsace*

helvetica, an exponiertem, sonnenoffenem, schneefreiem, hochalpinem Standort vor, wo die Temperatur jede Nacht unter 0° sinkt, am darauffolgenden glanzhellen Alpentag aber auf 20°, 30° und mehr steigt (siehe auch S. 54). Am auffallendsten ist diese Resistenz bei der höchststeigenden Blütenpflanze der Schweiz, dem *Ranunculus glacialis*, der ganz ohne Schutzmittel ist, eine locker ausgebreitete Rosette unbehaarter, dicklicher Blätter besitzt. Hier müssen wir die Annahme machen, das Protoplasma besitze eine angeborene Resistenz gegen Kälte, hier tritt das unbekannte „x", die „innere Konstitution", an Stelle klarer Begriffe.

Das frappanteste Beispiel solcher „konstitutionellen Frosthärte" bietet der berühmte Fall der *Cochlearia fenestrata*, einer kleinen arktischen Kreuzblütlerin, über welche Kjellman, der Botaniker der Nordenskiöldschen Vega-Expedition, berichtet. Ein Exemplar dieser Pflanze blühte bei Pitlekaj in Nordsibirien auf einem windgefegten Hügel; sie wurde mitten in der Blüte, mit Knospen und offenen Blüten, von dem ungeheuer strengen Winter von Pitlekaj überrascht. Die mittlern Monatstemperaturen waren: November −16,8°, Dezember −22,8°, Januar −25,0°, Februar −25,09°, März −21°, April −18,9°, die Minima erreichten häufig −30° und −40°, einmal sogar −46°. Man sollte meinen, die zarte, schutzlos solchen extremen Kältegraden preisgegebene Pflanze müßte zugrunde gegangen sein: als aber der Sommer kam, taute sie auf und setzte vollkommen ungeschädigt ihre Entwicklung fort! Solche frostharten Pflanzen gibt es aber auch in unsern Breiten: viele scheinbar zarten Unkräuter, die den ganzen Winter durch vegetieren (*Senecio vulgaris*, *Poa annua*, *Bellis*) können glashart gefrieren und an der Sonne auftauen, ohne Schaden zu nehmen. Daß im Alpenklima, wenigstens an exponierten Standorten, nur Pflanzen von solcher Frosthärte sich behaupten können, ist einleuchtend.

Diese Frosthärte alpiner Pflanzen wird durch zwei Momente begünstigt; sie kann vielleicht dadurch sogar als eine allmähliche Erwerbung entstanden sein, als „Gewöhnung".

Erstens ist die Keimungstemperatur der Samen nicht ohne Einfluß auf die Frosthärte der daraus erwachsenen Pflanzen. Haberland ließ Roggenkörner bei 8° keimen und setzte die Keimpflanzen nachher einer Kälte von −5° aus: alle wuchsen ungeschädigt weiter. Roggenkeimlinge aber, die bei 18—20° erwachsen waren, wuchsen nur zu 28—30% weiter, als man sie −5° aussetzte. Die Keimung der Alpensamen findet aber meist schon bei niederer Temperatur statt.

Zweitens findet durch Gewöhnung eine gewisse Abhärtung statt: Goeppert fand, daß *Senecio vulgaris*, *Poa annua* und andere Pflanzen, die im Freien −11° ausgehalten hatten, schon bei −9° zugrunde gingen, als sie 15 Tage in einem Warmhaus zugebracht hatten.

§ 2. Niederer Wuchs, ausgiebigen Schneeschutz bedingend.

Es sind aber durchaus nicht alle Alpenpflanzen frosthart. Viele, welche in der frostgefährdetsten Zeit normal unter der Schneedecke sich bergen, sind gegen Fröste sehr empfindlich und gehen bei Kultur

im Tiefland, wo ihnen die schützende Decke fehlt, leicht zugrunde. Otto Froebel, der bekannte, vielerfahrene Kenner der Alpenpflanzenkultur, sagt darüber:[1])

„Die weiche Schneedecke, unter welcher die Alpenflora, während 6 bis 9 Monaten vor aller Unbill der Witterung geschützt, ihre behagliche Winterruhe genießt, fehlt uns im Tiefland meistens. Langweilige, andauernde Herbstregen, griesgrämige, schwere Nebel, plötzlicher starker Frost ohne Schnee, für eine kurze Zeit Tauwetter, dann wieder Frost, notdürftiger, wäßriger Schnee ...., das sind die Annehmlichkeiten, denen die Pflänzchen im Tiefland ausgesetzt sind. Sie müssen darüber zugrunde gehen, wenn wir ihnen nicht künstlich den Schutz zu geben vermögen, den das Hochgebirge mit seiner soliden Schneedecke ihnen bietet. Hierzu dient eine leichte Bedeckung mit losem Stroh oder noch besser mit Tannenästen. Diese Bedeckung schützt vor der Einwirkung des starken Frostes und den Strahlen der Wintersonne. Außerdem verhindert sie das vorzeitige Erwachen der Alpenpflanzen, die durch unsre unausweichlichen Frühlingsfröste auf das empfindlichste leiden würden.“

Daß die Alpenrose, besonders die rostrote, frostempfindlich ist, kann man aus der oft zu konstatierenden Tatsache entnehmen, daß die jungen Triebe auf größern Strecken erfroren sind. Ihre Vorliebe für Nordlagen, die sich oft an kleinen Terrainwellen schon zeigt, hängt vielleicht außer mit der größern Feuchtigkeit auch mit dem länger dauernden Schneeschutz zusammen.

Der niedere Wuchs der Alpenpflanzen, der ihnen gleichzeitig einen ausgiebigen Schneeschutz sichert, ist also ein wichtiges indirektes Schutzmittel gegen Kälte.

§ 3. Anschmiegen an den Boden als Reizwirkung der Kälte.

Die niedere Temperatur ist aber gleichzeitig wenigstens einer der Faktoren, die diesen Nanismus veranlassen. Das geht einerseits daraus hervor, daß Alpenpflanzen, die man nachts in den Eisschrank stellt, auch in der Ebene ihren niederen Wuchs beibehalten (Pfeffer), anderseits aus den interessanten Untersuchungen von Vöchting und Lidforss[2]) über den Einfluß niederer Temperaturen auf das Anschmiegen der Sprosse an die Erde. Diese Forscher haben gezeigt, daß namentlich bei manchen Frühlingspflanzen der Ebene (*Holosteum umbellatum, Cerastium semidecandrum, C. glutinosum, Lamium purpureum, Veronica chamaedrys, V. hederaefolia, Stellaria media, Senecio vulgaris, Lysimachia*

---

[1]) Otto Froebel, Über Alpenpflanzen und deren Kultur. Jahrbuch des schweizerischen Alpenklubs, Bd. XX, S. 394.

[2]) Vöchting, H., Ueber den Einfluß niederer Temperatur auf die Sproßrichtung. Ber. d. deutschen bot. Gesellschaft. Jahrgang XVI (1898) p. 92. — Lidforss, Bengt, Über den Geotropismus einiger Frühjahrspflanzen. Pringsheims Jahrbücher, Band 58, 1903, p. 343.

nummularia, Linaria vulgaris, Alyssum calycinum, Pulmonaria angustifolia, Ficaria vulgaris usw.) die Richtung der Sprosse direkt von der Temperatur beeinflußt wird. Bei niederer Temperatur sind die Sprosse „diageotropisch“, d. h. sie wachsen horizontal, senkrecht zur Richtung der Schwerkraft und legen sich infolge dessen auf die Erde. Bei steigender Temperatur richten sie sich langsam auf, werden also „negativ geotropisch“. Sie verändern also je nach der Temperatur ihr Verhalten zum Richtungsreiz der Schwerkraft („dynamische Anisotropie“, aber nicht „Thermotropismus“, d. h. Anziehung durch die Wärme des Bodens!). — Es kommt besonders bei niedriger Temperatur noch eine nicht durch die Schwerkraft induzierte, sondern durch spontanes stärkeres Wachstum der Oberseite veranlaßtes Abwärtskrümmen dazu („Epinastie“), welches das Anschmiegen an den Boden verstärkt und auch bei abschüssigem Boden garantiert. Wird die Temperatur konstant niedrig gehalten, so bleiben auch die Sprosse auf der Erde ausgebreitet, blühen und fruchten in dieser Lage. Die Richtung wird also nicht etwa durch das Alter bestimmt, sondern nur durch die Temperatur.

Die ökologische Bedeutung dieser Erscheinung, d. h. ihre Zweckmäßigkeit, wird von beiden Autoren im Schutz gegen Erfrieren und gegen zu starke Verdunstung gesucht. Für überwinternde Pflanzen kommt noch die Anpassung an den Schneedruck hinzu. Lidforss konstatiert, daß die in Skandinavien wintergrünen Pflanzen entweder dicht am Boden hinkriechen, oder grundständige Blätter besitzen, oder aber nadelartige Blätter.[1])

Für die Alpenpflanzen ist diese Frage noch gar nicht untersucht; es eröffnet sich hier für physiologische Versuche ein dankbares Feld. „Mit gutem Grunde“, sagt Vöchting, „darf man annehmen, daß das Kriechen mancher Alpenpflanzen teilweise oder gänzlich auf dem Einfluß niederer Temperatur beruht. Man bedenke, daß selbst in den eigentlichen Sommermonaten im Hochgebirge noch weit unter der Schneegrenze häufig Temperaturen unter Null vorkommen. Vielleicht wirken intensive Beleuchtung und niedrige Temperatur in demselben Sinne.“

Lidforss erwähnt zur Bestätigung dieser Annahme die Tatsache, das *Salix herbacea* bei Kultur als Topfpflanze im Treibkasten in Lund innert 6 Jahren den Spalierwuchs völlig aufgegeben hat und ganz aufrecht wächst, etwa wie eine Zwergform von *Salix aurita*. Auch *Saxifraga oppositifolia* hat unter diesen Bedingungen 6—10 cm lange Stengel hervorgebracht. Immerhin muß erwähnt werden, daß diese Saxifraga

---

[1]) Eine umfassende Bearbeitung der winterlichen Ökologie der wintergrünen krautigen Gewächse einer Gegend wäre eine dankbare Aufgabe.

unter den Ebenenbedingungen des Bodenseestrandes ihren niederen, dem Boden angeschmiegten Wuchs beibehält.

Andere Alpenpflanzen freilich behalten auch bei Kultur in der Ebene ihren Spalierwuchs bei: so *Salix reticulata*, *S. retusa*, *Dryas octopetala*, *Loiseleuria*.

Ob das auf einer erblich gewordenen Fixierung des Diageotropismus beruht, oder auf dem Umstand, daß diese Pflanzen in der Ebene zu einer Zeit ihre Sprosse ausbilden, wo die Temperatur noch niedrig ist, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Nicht allein die Sprosse, auch einzelne Blätter zeigen einen Wechsel der Lage je nach der Temperatur: Wittrock, Wille, Vöchting und Lidforss haben die Erscheinung untersucht, daß bei manchen Pflanzen (*Bellis*, *Geranium pusillum*, *Oenothera biennis*, *Chelidonium*, *Geum urbanum*) die grundständigen Blätter im Spätherbst und Winter, auch in kalten Frühjahrs- und Sommernächten sich dem Boden fest anschmiegen, bei warmem Wetter aber sich aufrichten. Ob dabei Gewebespannungen (Wille), oder einseitiges Wachstum (Vöchting) oder Erschlaffung infolge ungenügender Wasserversorgung (Lidforss) oder endlich eine Veränderung des Geotropismus vorliegt, oder Kombinationen dieser Ursachen, muß in jedem Fall besonders entschieden werden. Die Alpenpflanzen sind daraufhin noch nicht untersucht.

§ 4. Direkte Schutzmittel: Wasserarmut, Einhüllung durch alte Blätter.

Der niedere Wuchs der Alpenpflanzen, durch verschiedene Ursachen induziert, und ihnen einen ausgiebigen Schneeschutz sichernd, ist also ein wichtiges indirektes Schutzmittel gegen Kälte auch für die nicht frostharten.

Gibt es direkte Schutzmittel gegen die Kälte? Schimper (Pflanzengeogr. S. 46) verneint diese Frage; „es gibt keine für unsere gegenwärtigen Hilfsmittel erkennbaren Schutzvorrichtungen gegen Kälte“, sagt er bei Besprechung der Polarflora, gestützt auf die Beobachtungen Kjellmans und Kihlmans. Er faßt namentlich die winterlichen Schutzmittel unserer Holzpflanzen: die Knospenschuppen, die Korküberzüge, die dicke Cuticula immergrüner Blätter nicht als Kälteschutz, sondern als Trockenheitsschutz auf. Die Luft ist im Winter trocken, der Boden kalt, also „physiologisch trocken“, die Pflanzen aber der Verdunstungsgefahr ausgesetzt, daher diese Schutzmittel. Auch Raunkiaer in seinem Versuch einer Einteilung der Pflanzen nach ihrer Anpassung an die „schlechte Jahreszeit“ spricht nur von Schutz gegen Austrocknung.

Warming dagegen (Ökol. Pflanzengeogr.) läßt außer der Konstitution des Plasmas noch den geringen Wassergehalt (namentlich bei Flechten und Moosen) und die Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern (alten vertrockneten Blättern, Haarüberzüge) als Kälteschutz gelten. In der

Tat sehen wir bei sehr vielen Alpenpflanzen die abgestorbenen Blätter erhalten bleiben und sich als schützende Hülle um den Stengel legen. Solche Schutzhüllen sind allerdings (nach WARMING) wirksamer gegen das besonders gefährliche schnelle Auftauen, als gegen das Eindringen tiefer Kältegrade; MÜLLER-THURGAU und MOLISCH freilich bestreiten die ungünstige Wirkung des schnellen Auftauens.

§ 5. Reduktion des Entwicklungsganges bei alpinen Rostpilzen.[1])

Die auf höhern Gewächsen schmarotzenden Rostpilze haben einen sehr komplizierten Entwicklungsgang, in welchem verschiedene Fortpflanzungsformen (Sporenformen) gesetzmäßig aufeinanderfolgen. Im normalen, vollständigen Entwicklungsprozeß ist die Reihe folgende:
Basidiosporen — Mycel — Aecidiosporen — Uredosporen — Teleutosporen — Basidie — Basidiosporen.

Es gibt aber auch Formen mit abgekürzter Entwicklung; bei den Mikroformen z. B. fehlen die Uredo- und Aecidiosporen. Es hat nun zuerst JOHANSON für den Norden gezeigt, daß dort diese abgekürzten Formen zahlreicher auftreten, als in südlichen Ländern; dann haben MAGNUS und FISCHER dasselbe für die Alpenregion nachgewiesen: in der alpinen Uredineenflora der Schweiz sind nach der Statistik von FISCHER die Mikroformen der am stärksten vertretene Typus, während in der Rostpilzflora der ganzen Schweiz die vollständigen Formen am häufigsten sind. Es ist einleuchtend, daß eine solche Abkürzung der Entwicklung im kurzen Alpensommer zweckmäßig ist.

FISCHER hat neuerdings durch die Untersuchungen seiner Schüler SCHNEIDER und IWANOFF den Nachweis geleistet, daß auch hier direkte klimatische Einflüsse vorliegen: Nach gleichzeitiger Infektion erzeugte derselbe Rostpilz auf derselben Nährpflanze auf dem Faulhorn bei 2684 m seine Teleutosporen schon am 2. August, in Bern dagegen erst am 13. August. Daß hierbei wohl Temperatureinflüsse maßgebend waren, geht aus der Tatsache hervor, daß Berner-Exemplare, die nachts im Eiskasten gehalten wurden, ebenfalls früher zur Teleutosporenbildung schritten (schon am 25. Juli). Es wird also durch einen Faktor des Alpenklimas (die starke nächtliche Abkühlung) eine frühere Entstehung der „Herbstsporen" hervorgerufen. FISCHER nimmt an, daß damit der erste Schritt zur Reduktion der Uredoform gegeben ist, der dann weiter zur völligen Unterdrückung derselben führen kann.

Es darf aber vielleicht hier noch darauf hingewiesen werden, daß bei Parasiten die Verhältnisse insofern komplizierter liegen, als hier auch eine Beeinflussung durch den Wirt denkbar ist. Vielleicht wurde durch die Kälte bei den Wirtspflanzen, die ja Ebenenpflanzen waren (*Pimpinella magna*, *Anthyllis vulneraria*, *Viola silvatica*, *Salix incana*, *Galium mollugo*, *G. cruciata*, *Trifolium pratense*) eine Änderung im Stoffwechsel herbeigeführt, welche als Reiz zur Entstehung der Teleutosporen führte.

---

[1]) Vgl. FISCHER, E. Die Uredineen der Schweiz. Bern 1904 S. 19ff.; und vom gleichen Autor: Der Entwicklungsgang der Uredineen und die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreich; Mitt. d. nat. Ges. in Bern 1907 (auch separat bei K. J. WYSS, Bern). Ferner: IWANOFF, Untersuchungen über den Einfluß des Standorts auf den Entwicklungsgang und den Peridienbau der Uredineen; Zentralblatt f. Bakteriologie usw. II. Abt. Bd. XVIII 1907.

Viertes Kapitel.

Wirkungen der Vertrocknungsgefahr.

(Schutzmittel gegen Trockenheit, xerophytische Anpassungen.)

Die Gebirge sind Feuchtigkeitskondensatoren, ihre Niederschläge sind reichlicher als die der Ebenen; der Boden ist stets durchtränkt mit Feuchtigkeit, Nebel und Tau nähren diese Bodenfeuchtigkeit, die relative Luftfeuchtigkeit ist meist sehr hoch: wozu also Schutzmittel gegen Trockenheit?

Die Alpenpflanzen brauchen in der Tat nicht alle und nicht immer einen Verdunstungsschutz.

Wenig oder gar nicht die Bewohner feuchter Standorte. Ausgenommen sind die Fälle, wo der physikalisch nasse Boden „physiologisch trocken" ist, durch Kälte des berieselnden Wassers (Schneewasser) oder durch Reichtum an wasserbindendem Humus: bei alpinen Moorpflanzen.

Die größere Bodenfeuchtigkeit alpiner Wiesen findet ihren Ausdruck in der Tatsache, daß feuchtigkeitliebende Pflanzen der Ebene, die dort den Schatten des Waldes oder den Sumpfboden suchen, in der alpinen Region auf der sonnenoffenen Weide sich finden: so *Parnassia palustris, Bellidiastrum Michelii, Deschampsia caespitosa.* Freilich ist bis jetzt die Frage nicht untersucht, ob diese größere Bodenfeuchtigkeit durch die gesteigerte Verdunstungskraft ausgeglichen wird, und ob diese Pflanzen in den Alpen deshalb vielleicht erhöhten Transpirationsschutz zeigen.

Sehr stark sind der Vertrocknungsgefahr ausgesetzt:

1. Die immergrünen, im Winter an „Schneeblössen" (Windecken, steilen Felswänden) wachsenden Pflanzen, weil hier der Boden durch seine Kälte „physiologisch trocken" ist und die Winterstürme eine besonders austrocknende Wirkung besitzen.

Grisch (l. c.) fand in den Bergünerstöcken an Schneeblößen besonders folgende Arten: * *Saxifraga aizoon, Globularia nudicaulis, Glob. cordifolia,* * *Thymus serpyllum,* * *Arctostaphylos uva ursi,* * *Dryas octopetala, Salix serpyllifolia, Sempervivum arachnoideum, Primula viscosa, Androsace chamaeiasme,* * *Veronica fruticans, Sedum atratum, Saxifraga bryoides, Eritrichium nanum, Draba tomentosa, Aster alpinus, Festuca rupicaprina, Agrostis rupestris, Elyna Bellardi.*

Oettli (l. c.) fand im Säntis- und im Churfirstengebiet *Androsace helvetica* nur an windgefegten Stellen.

J. Braun hat im Dezember und Januar in den Bündneralpen 40 verschiedene Arten gefunden, die an schneefreien Stellen zwischen 2100 und 2400 m grüne Blätter trugen (siehe das Verzeichnis S. 59); darunter die mit * bezeichneten der Grischschen Liste).

Die Mehrzahl der beobachteten 55 Arten haben ausgesprochenen Trockenheitsschutz.

2. Die Bewohner sonniger Felswände mit geringem Wasservorrat in den Spalten, trockenen Schuttfluren und dünner Erdauflagerungen auf Fels.

Ein klassischer Standort für Felsxerophyten ist die „Gelbe Wand" bei Zermatt: es ist eine steil nach Süden abfallende Felshalde auf Kalk im trockenen Walliserklima. Sie beherbergt nach Christ (Verh. d. Basler nat. Ges. II 1860 S. 108) neben der kahlen *Festuca Halleri* lauter stark behaarte Formen: *Chrysanthemum alpinum* L. in einer seidigen Varietät, *Oxytropis neglecta* Gay, *Potentilla multifida* L., *Artemisia glacialis* L. und *mutellina* Vill., sämtlich silberweiß, *Anthyllis vulneraria* L. var. *Dillenii* Schult., an Behaarung der *A. Webbiana* Hooker von der Sierra Nevada nahekommend, *Silena alpina* (Lam.) Thom. reichbewimpert, ein drüsiges *Cerastium* und *Alyssum alpestre*, weißfilzig; Verf. fand außerdem noch *Senecio incanus* L. (graulich) und *Senecio uniflorus* All. (schneeweißfilzig).

Die Vertrocknungsgefahr wird im alpinen Klima begünstigt

a) durch die gesteigerte Evaporationskraft der dünnen, starkbewegten und besonders in der Nähe der kondensierend wirkenden Firne und Gletscher stark ausgetrockneten Luft; „auch bei derselben relativen Feuchtigkeit, Temperatur und Windstärke ist auf den Höhen der Gebirge die Verdunstung viel stärker als in der Niederung infolge des verminderten Luftdrucks" (Hann).

Häufig zwar ist die Luft nebelschwanger und feucht; aber hier tritt das zuerst von Kerner betonte Gesetz vom Minimum in Kraft: die Zeiten sind für das Pflanzenleben entscheidend, welche den Lebensfaktor Wasser im Minimum bieten; eine wenn auch kurze, aber regelmäßig auftretende Vertrocknungsgefahr ruft xerophytische Anpassungen hervor.

Wagner kommt in seiner mehrfach erwähnten Arbeit über den Blattbau der Alpenpflanzen zum Schluß, daß die Blätter der Alpenpflanzen „keine durchgreifenden Schutzanpassungen an Trockenheit" zeigen; dies drücke sich aus: in der meist lockern Struktur des Mesophylls, in dem Mangel stärker verdickter Epidermis bei vielen Formen, vollständigem Mangel an Wassergewebe und in der meist exponierten Lage der Spaltöffnungen. Gründe für dieses geringe Schutzbedürfnis der Alpenpflanzen sind nach Wagner erhöhte relative Luftfeuchtigkeit und im allgemeinen größere Bodenfeuchtigkeit.

Leist[1]) kommt zu dem Resultat, „daß die in den Alpen an freien sonnigen Standorten gewachsenen Blätter in bezug auf ihre Form und

---

[1]) Leist, K., Über den Einfluß des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Mitt. d. naturf. Ges. Bern.

Struktur des Mesophylls mit den Schattenblättern der Ebene übereinstimmen" (mit der einzigen Ausnahme, daß die Cuticula sich stärker verdickt). Also gerade zum gegenteiligen Schluß wie WAGNER und BONNIER. Da der Autor der Ansicht ist, daß die Transpiration und nicht das Licht den Unterschied von Sonnen- und Schattenblatt bewirke, macht er für das alpine Schattenblatt die herabgesetzte Transpiration und größere Bodenfeuchtigkeit verantwortlich. Dieses Resultat und die Erörterungen von SENN[1]) sind so zu verstehen, daß eben nur ein Teil der Alpenpflanzen xerophytische Anpassungen besitzt und daß LEIST und WAGNER eben nur einen kleinen Teil der Alpenpflanzen untersucht haben. LEIST hat außerdem im allgemeinen seine Beobachtungen an tiefern Standorten angestellt als WAGNER und BONNIER.

Wir können die xerophytischen Anpassungen[2]) unter folgende Kategorien bringen:

§ 1. **Angeborene Trockenhärte.**

Die Resistenz gegen das lebensgefährdende Austrocknen ist ganz allmählich abgestuft. Selbst bei empfindlichen Pflanzen wird eine Reduktion des Wassergehaltes von 40—50 $^0/_0$ ohne Schaden ertragen, bei manchen sogar bis 90 $^0/_0$ (*Sedum elegans* nach SCHRÖDER).[3]) Manche, besonders blütenlose Pflanzen zeichnen sich durch eine weitgehende Austrocknungsfähigkeit aus, ohne äußerlich wahrnehmbare Schutzmittel. Wir haben hier eine Analogie zu der im „unbekannten x", in der Konstitution der lebenden Substanz begründeten angeborenen Unempfindlichkeit gegen Frost und können deshalb von „Trockenhärte" sprechen. Es sind besonders die felsbewohnenden Flechten und Moose, die sich hier auszeichnen. Sie können zu staubtrocknen Gebilden verdorren: beim nächsten Regenguß oder Taufall leben sie wieder auf.

SCHRÖDER konnte die Moose *Barbula muralis*, *Bryum caespititium* und andere an trockenen Stellen wachsende Arten 20 Wochen lang unter dem Schwefelsäure-Exsikkator scharf austrocknen, ohne daß sie getötet wurden.

---

[1]) SENN, G., Alpenflora. Mit 144 farbigen Tafeln. 1. Teil Westalpen. Heidelberg 1907. (Allg. Teil S. 32 ff.).

[2]) „Paravarianten" (Abkürzung von „Parallelvarianten") nennt DETTO solche bei zahlreichen Pflanzen in derselben Richtung stattfindende Abänderungen. Er spricht also von „xerophytischen Paravarianten" (Einrichtungen zum Trockenheitsschutz), von „hygrophytischen Paravarianten" (Anpassungen der Wasserpflanzen). Erstere bezeichnet er als „progressive", weil sie bei der Ursprünglichkeit des Wasserlebens wohl später aufgetreten sind.

[3]) Untersuchungen aus d. bot. Institut in Tübingen 1886 Bd. II.

§ 2. Herabsetzung der Verdunstung.

Um die Verdunstung herabzusetzen, besitzt die Alpenpflanze sehr verschiedene Mittel.

A. Verminderung der gesamten oberirdischen Oberfläche und gegenseitiger Schutz der Teile.

Daß der gedrungene Habitus der Alpenpflanzen, das Anschmiegen an die Erde, also das Vermeiden des Aufragens in den bewegten Luftozean, die Verdunstung durch Schutz vor dem Winde herabsetzt, ist einleuchtend. Die Polsterpflanzen bilden in dieser Richtung das Extrem. Aber schon die dem Boden angedrückten Rosetten vieler Kompositen und die kugeligen Rosetten der Semperviven bedeuten verminderte Transpiration, auch durch Schaffung windstiller Räume um die Spaltöffnungen.

B. Verminderung der Oberfläche der verdunstenden Organe.

a) Periodische Verminderung.

Manche Gräser mit „Faltblättern“, so namentlich *Sesleria coerulea*, besitzen die Fähigkeit, bei Trockenheit ihre Spreite durch Faltung auf die Hälfte der Oberfläche zu reduzieren (s. oben S. 264), bei Feuchtigkeit wieder auszubreiten. Bei den laubabwerfenden Sträuchern der Alpen (*Alnus alnobetula*, *Sorbus chamaemespilus*, *Ribes*, alle *Salix*-Arten mit Ausnahme von *S. reticulata*, *Lonicera*, *Rhamnus* usw.) wie bei den sommergrünen Holzpflanzen überhaupt ist der Verlust der verdunstenden Blattflächen im Winter ein Schutz gegen die austrocknenden Winterwinde.

b) Bleibende Verminderung.

Die Blattform zeigt durch Aufgeben der Flächenausbreitung und Herstellung zylindrischer Organe vielfach eine bleibende Oberflächenverminderung.

Ericoïde Blätter (oder Rollblätter) mit nach unten umgeschlagenen Rändern besitzen *Empetrum nigrum*, *Loiseleuria procumbems*, *Erica carnea*, *Calluna vulgaris* (s. Fig. 30 S. 101).

Borstenförmige Blätter, durch Zusammenlegen der Spreite entstehend, zeigen viele Felsengräser (*Festuca pumila*, *varia*, *alpina*, *Agrostis rupestris* und *alpina*) und einige Seggen (*Carex mucronata*, *rupestris*, *Elyna Bellardii*).

Binsenblätter (lang, stielrund) kommen bei humus- und felsbewohnenden *Juncus*-Arten vor (*Juncus alpinus*, *trifidus*, *filiformis*).

Auch die Reduktion der Umbelliferenspreite zu einem schmalen aufrechten grasartigen Blatt bei *Bupleurum stellatum* und *ranunculoides* können wir als Trockenheitsschutz auffassen.

C. Verminderung der Verdunstung durch bedeckende Organe.

a) Dichte Haarbekleidung ist eines der häufigsten Schutzmittel gegen Trockenheit. Nach den Versuchen von BONNIER nimmt bei Kulturversuchen die Behaarung mit der Höhe zu. Der weiße, aus lufthaltigen Haaren bestehende Überzug der Blätter und Stengel wirkt als Trockenheitsschutz in dreifacher Weise (s. S. 382).

α) Durch Herabsetzung der Erwärmung; ein Thermometer, unter einem filzigen Blatt der Sonne ausgesetzt, zeigt mehrere Grade Erwärmung weniger an, als ein daneben unter einem nicht filzigen Blatte liegendes.

β) Durch Bedeckung der Spaltöffnungen mit einer windstillen Luftschicht.

γ) In manchen Fällen durch Aufsaugung von Wasser durch eine lebende Basalzelle des Blattes (Saugzelle!); so bei *Petasites niveus*, *Centaurea rhapontica*, *Hieracium Hoppeanum.*[1])

Das weiße Haarkleid ist sehr verschieden ausgebildet:

Wollhaare, lang, gekräuselt, ein- oder mehrzellig, bedecken die Blätter der behaarten Weiden (*Salix glauca*, *helvetica*, *myrsinites lanata*, *reticulata sericea*), von *Cerastium latifolium*, *uniflorum*, *filiforme* und *alpinum*, *Arabis alpina*, *Oxytropis Halleri*, *Myosotis alpestris*, *Eritrichium nanum*, *Campanula thyrsoidea* und *barbata*, *Leontopodium alpinum*, der *Gnaphalium*-Arten, von *Erigeron uniflorus*, *Achillea nana*, *Hieracium villosum*, *piliferum*, *alpinum* u. a.

Einen anliegenden Filz aus gekräuseltem Haar zeigen *Potentilla nivea* (Unterseite), *Senecio incanus* und *uniflorus*, *Dryas octopetala*.

Seidig schimmerde Behaarung hat *Alchimilla alpina*.

Dichte Bedeckung mit zweizeiligen Ankerhaaren zeigen die *Artemisien* (*mutellina*, *spicata*, *glacialis*).

Sternhaare haben die *Draben*, *Arabis pumila* und manche *Androsace*-Arten.

b) Schuppenbekleidung zeigen die *Rhododendren*.

c) Wachsüberzug hat *Rumex scutatus* var. *glaucus*, *Primula farinosa*.

d) Bleibende verwelkte Blätter und Blattscheiden hüllen oft die Stengel dicht ein.

Bei den „Tunika"-Gräsern und Scheingräsern ist die Halmbasis dicht umhüllt (*Sesleria*, *Carex sempervirens* usw.), bei den Polsterpflanzen ist das ganze Zweigwerk dicht besetzt mit alten Blättern.[2])

---

[1]) GREGORY, EMILY, Comparative Anatomie of the filz-like Haircovering of Leaf-organs. Dissertat. Zürich 1886.

[2]) Es wäre eine interessante biologische Studie, die Erhaltungsart der toten, bleibenden Blätter der Alpenpflanzen vergleichend zu untersuchen. Es kommen hier große Verschiedenheiten vor.

e) Ob die lose Decke aus den vergilbten gekräuselten Blattspitzen bei *Carex curvula* als Verdunstungsschutz zu deuten ist, bleibt weiterer Untersuchung vorbehalten.[1])

D. Verminderung der Verdunstung durch Einrichtungen im anatomischen Bau.

a) Dicke Cuticula, d. h. dicke Entwicklung des Oberflächenhäutchens. Die Verstärkung der Cuticula ist nach Bonnier und Leist eine direkte Wirkung des Alpenklimas; ersterer fand sie bei den Kulturen in den Alpen stärker entwickelt als bei denjenigen in der Ebene.

b) Bildung von Kalkschüppchen zum Schutze für wasserausscheidende Grübchen bei kalkabsondernden *Saxifragen.*

Die Kalkdrüsen der *Saxifragen* mit ihren Wasserspalten (s. Fig. 230 S. 542) bilden für Zeiten der Trockenheit eine Gefahr für die Pflanze durch die Möglichkeit reichlicher Wasserausscheidung. Wie Kerner gezeigt hat, legt sich aber das Kalkschüppchen als schützende Decke über das Grübchen. Ob die Grube auch Wasser aufzusaugen imstande ist, wie Kerner meint, müßte erst experimentell geprüft werden.

c) Bergung der Spaltöffnungen in den Vertiefungen bei Rollblättern und Borstenblättern. Anderseits hat Wagner gezeigt, daß mit der Höhe die Zahl der Spaltöffnungen besonders auf der Oberseite der Blätter bei sehr vielen Alpenpflanzen zunimmt (von 92 untersuchten Arten besaßen 35 mehr Spaltöffnungen oberseits). Da diese Spaltöffnungen nicht eingesenkt sind, bedeutet das eine erhebliche Steigerung der Transpiration. Diese Tatsache, in Verbindung mit der ebenfalls nach oben gesteigerten Lockerheit des Baues zeigt, daß die Einflüsse, die auf eine gesteigerte Assimilationstätigkeit hinzielen, hier stärker sind als diejenigen des Transpirationsschutzes. Denn diese stärkere Spaltöffnungszahl der Oberseite findet sich auch bei Pflanzen trockener Standorte, z. B. *Ranunculus parnassifolius*, *Helianthemum alpestre*, *Oxytropis Halleri*, *Petrocallis pyrenaica.*

---

[1]) Vielfach wird die reichliche Produktion ätherischen Öles als Schutzmittel gegen Trockenheit aufgefaßt; eine damit geschwängerte Luft absorbiert die Wärme sehr stark und soll so die Pflanze vor zu starker Erwärmung und damit auch vor starker Verdunstung schützen. Für die Alpenflora kommt dieses Schutzmittel für die *Labiaten*, *Achillea moschata*, der *Artemisien* u. a. in Betracht. Es hat aber neuerdings Detto (Über die Bedeutung ätherischer Öle als Schutzmittel bei Xerophyten. Flora 1903) darauf hingewiesen, daß dieser Schutz nur bei ganz ruhiger Luft von Bedeutung sein kann; für die windreiche alpine Region dürfte er nicht groß sein. Hier ist die von Detto den ätherischen Ölen in erster Linie zugeschriebene Bedeutung als Schutzmittel gegen Tierfraß wohl wichtiger. Die Weidetiere berühren in der Tat jene aromatischen Pflanzen nicht.

§ 3. Erleichterte Aufnahme und Speicherung des Wassers.

A. Tiefgehende, reich verästelte Wurzeln haben besonders Spaltenpflanzen des Felsens, um den Wasservorrat der Spalten auszunützen.

B. Die alpinen sommergrünen Holzgewächse mit wenig gegen Trockenheit geschützten Blättern (*Arctostaphylos alpina, Lonicera coerulea, Rhamnus pumila* usw.) zeigen nach Rosental mit steigender Meereshöhe eine Zunahme der wasserleitenden Elemente, der Gefäße, im Holz, entsprechend dem durch das alpine Klima gesteigerten Transpirationsstrom (siehe oben S. 213 und 214).

C. Die Fähigkeit, tropfbar flüssiges Wasser mit der ganzen Oberfläche aufzunehmen, besitzen felsbewohnende Algen (mit Hilfe ihrer Gallerte), ferner Flechten und Moose.

D. Der schützende Haarfilz hat in manchen Fällen die Fähigkeit, Regen und Tau aufzusaugen.

E. Verschleimende Zellen der Oberhaut dienen in manchen Fällen als Wasserspeicher (*Loiseleuria procumbens, Empetrum nigrum, Polygonum viviparum, Helianthemum alpestre, Salix retusa, Daphne striata*). Bei Kulturen in feuchter Luft unterblieb bei den zwei letztgenannten Pflanzen die Verschleimung (Lasniewski). Im Innern des Blattes, in den Interzellularräumen fand Lasniewski Schleim bei *Primula auricula, pubescens, rhaetica, Clusiana, Wulfeniana, glutinosa, viscosa, minima, farinosa*, ferner bei *Gentiana vulgaris* und *G. bavarica* var. *imbricata*. Inwieweit dieser Schleim auch als Reservematerial dient, bleibt noch zu untersuchen (siehe oben S. 470).

F. Besondere „Wassergewebe“ haben die „Saftpflanzen“ oder Sukkulenten (*Sedum*- und *Sempervivum*-Arten). Ihre Blätter sind dicklich, wasserreich, schleimführend, mit dicker Cuticula und eingesenkten Spaltöffnungen versehen. *Sedum album* z. B., allerdings keine Alpenpflanze, fand Oettli an den Felswänden des Churfirsten stets auf der dünnen, durch die Tätigkeit der Regenwürmer und Asseln entstandenen Detritusschicht auf kleinen Felsvorsprüngen, nur in dem leicht austrocknenden Humus wurzelnd. Da sie auch eine reichliche Düngung erträgt, verdrängt sie an solchen Stellen oft alle ihre Konkurrenten. Dezimiert werden freilich oft die Ansiedlungen dieser resistenten Sukkulente durch den verderblichen Fraß der Apolloraupe.

Bemerkenswert ist, daß die saftreichen Blätter mancher alpinen Sukkulenten den Winter auch an schneelosen Stellen ohne Knospenschutz zu überdauern vermögen. Vielleicht schützt sie der reiche Schleimgehalt vor dem Gefrieren.

G. Wasserspeichernde kapillare Hohlräume besitzen die „Tunikagräser“ und die Polsterpflanzen in ihren zahlreiche Zwischenräume bildenden einhüllenden alten Blattscheiden oder ganzen Blättern.

Welch wunderbare Häufung zweckmäßiger Einrichtungen für eine hochalpine Wind-, Kälte- und Trockenpflanze die „Polsterpflanzen“ darstellen, haben wir früher schon erörtert (siehe S. 569).

Fünftes Kapitel.

Wirkungen der Schneedecke.

Die hohe und lange dauernde Schneebelastung prägt sich in folgenden Eigenschaften der Alpenpflanzen aus:

Der Zwergwuchs bietet Schutz gegen die mechanische Wirkung des Schneedrucks; er sichert den schneebedeckten Gewächsen den Schutz der Schneedecke gegen Frost, gegen starke Temperaturschwankungen, gegen das „Ausfrieren“ und gegen Vertrocknungsgefahr. Und er sichert sie durch Abhaltung des direkten Sonnenlichts[1]) vor zu frühem gefährlichem Austreiben: Grisch (l. c.), der zuerst diesen Gesichtspunkt hervorhob, betont, daß die Pflanzen schneefreier Stellen nach seinen (allerdings erst wenige Arten betreffenden) Erfahrungen durch einen tiefen, festen Winterschlaf sich auszeichnen. Sie können also des Schneeschutzes entbehren; oder richtiger gesagt, nur sie können an Schneeblößen bestehen. Grisch zeigte durch eine originelle Versuchsanstellung, daß an künstlich schneefrei gehaltenen Stellen (durch Überdeckung mit einem Tuch während des Schneefalls und nachherige Entfernung desselben) eine ganze Reihe von Arten geschädigt werden. Besonders auffallend war die weit geringere Zahl von Keimpflanzen auf der schneefreien Fläche (auf einem Quadratfuß der schneebedeckten Fläche 104, der freien nur 17, untersucht am 22. Mai, 1240 m ü. M.). Grisch vermutet wohl mit Recht, daß sie auf dem schneefrei gehaltenen Stück in dem von der Frühlingssonne erwärmten Boden früher aufkeimten, dann aber Kälterückschlägen zum Opfer fielen.[2])

---

[1]) Der Schnee ist allerdings nicht nur diatherman, sondern auch „diaphotisch“, d. h. das Licht durchdringt ihn bis zu einer gewissen Tiefe: Grisch (l. c.) fand bei einer Expositionsdauer von 15 Minuten noch 55 cm tief unter Schnee die photographische Platte geschwärzt. Rübel (Verh. d. schweiz. nat. Ges. St. Gallen, 1906, S. 68) fand ein Eindringen des Lichts bis 80 cm; bei 11 cm war noch $^1/_3$ vom Gesamtlicht vorhanden.

[2]) Eine weitere experimentelle und beobachtende Verfolgung dieses Problems des Schneeschutzes wäre sicher lohnend; namentlich eine Prüfung der Alpenpflanzen auf die Festigkeit ihres Winterschlafes und die Resistenz ihrer Keimlinge.

Sechstes Kapitel.

Anpassungen an die starken Winde.

Die mechanische Wirkung der starken Winde begünstigt durch Zuchtwahl den Nanismus und die feste, tiefe Verankerung durch kräftige Pfahlwurzeln. Die indirekte Wirkung, die Steigerung der Evaporationskraft, begünstigt alle die oben besprochenen xerophytischen Anpassungen. Gegen die Abrasion durch das vom Winde mitgeführte Schleifpulver (Sand, Erde, Eisnädelchen) schützen ledrige Oberhaut oder starke Behaarung.

Siebentes Kapitel.

Einfluß der fressenden Tiere.

Die Pflanzenwelt der Alpenregion ist dem Fraß der Weidetiere, der Schnecken der Insekten usw. ausgesetzt; über ihre Schutzmittel sind wir nur sehr unvollständig orientiert.

Die Weidetiere, und zwar namentlich die durch die Menschen eingeführten: Großvieh, Ziegen und Schafe haben durch ihren Jahrhunderte dauernden ständigen Einfluß eine ganz bedeutende Wirkung auf den Bestand des Weiderasens ausgeübt, eine Wirkung, welche der eines natürlichen Faktors gleichkommt. Der Einfluß ist ein kombinierter: Abfressen, Zusammentreten und Düngen durch den abfallenden Mist; dazu kommt noch die — allerdings bis jetzt nicht sehr eingreifende — Melioriationsarbeit des Menschen durch Düngung, Bewässern und Entwässern. Was durch diese Einflüsse geschädigt wird, wird durch die besser ausgerüsteten Arten verdrängt, und flüchtete sich auf die Heuwiesen, Wildheuplanken und den Urrasen. So wurde im Laufe der Jahrtausende der Weiderasen herangezüchtet, und wird, wenn einmal der Mensch gelernt hat, ihn in seinem Sinne noch stärker zu beeinflussen, noch trivialer, noch einseitiger werden. Die wunderbare Mannigfaltigkeit der Alpenflora ist in der Tat durch die Alpenkultur bedroht, und schon machen sich Stimmen geltend, die nach Refugien rufen, nach Alpentälern, die als „Sanktuarien“ vor dem Zahn des Viehes, dem Dünger und dem Schnitt der Sense geschützt werden sollen.[1])

Wenn wir uns fragen: welche Arten sind gegen das Weidevieh von selbst geschützt? so scheint die Antwort sehr einfach: diejenigen, die nicht gefressen werden. Aber in praxi ist die Sache nicht so einfach durch die Beobachtung zu entscheiden, denn einmal verhalten sich Großvieh, Ziegen und Schafe zum Teil verschieden, ja sogar die Rassen des Großviehs untereinander; ferner wirkt der Sättigungszustand des Viehs: ist es hungrig, so geht es sogar an Giftpflanzen, ist es gesättigt, so benagt es nur die besten Leckerbissen. Und über

---

[1]) Bericht über die Delegierten-Konferenz zum Schutze der Alpenflora. Interlaken. Verlag der Verkehrskommission. 1907.

die Liebhabereien der spontanen Weidetiere der Alpen, der Gemsen, des Steinbocks, der Murmeltiere sind wir gar nicht orientiert, noch weniger über die Wirkung der Herden von Renntieren und Moschusochsen, die zur Eiszeit weideten.

Resümieren wir die allgemeinen Erfahrungen der Älpler und die eigenen dafür angestellten Beobachtungen, so sehen wir, daß eine große Zahl der Alpenpflanzen gegen Fraß geschützt sind, so daß die Vermutung nicht unberechtigt ist, daß dieser züchtende Faktor nicht ohne Bedeutung für das Zusammensetzen der Alpenflora war.[1])

Folgendes sind die Schutzmittel gegen den Fraß der Weidetiere:

A Vorkommen an schwer zugänglichen Stellen. Eine große Anzahl typischer Gratpflanzen und Schuttpflanzen ist dem Zahn des Weideviehs entrückt, nicht aber auch den Gemsen, welche z. B. die saftigen Blätter des Täschelkrautes (*Thlaspi rotundifolium*) und die großen Blütenköpfe der *Aronicum*-Arten mitten aus den Schutthalden herausholen.

B. Lebenszähigkeit und die Fähigkeit, abgefressene Triebe rasch wieder zu ersetzen. Gerade eine große Zahl guter Futterpflanzen sind durch ihre „Bestockungsfähigkeit" imstande, das Abweiden leicht zu ertragen. Durch das Festtreten des Bodens, durch die Durchleuchtung des niederen Alpenrasens und durch die retardierende Wirkung des Alpenlichts wird diese Fähigkeit noch erhöht. Hierher gehören alle grasartigen Gewächse, die Binsen, viele Schmetterlingsblütler und Doldenblütler (Muttern!), die *Plantago*-Arten, viele *Campanulaceen* und *Compositen*.

C. Chemischer Schutz durch Stoffe, welche dem Vieh unangenehm sind:

α) Gifte, im ganzen selten: *Veratrum*, *Colchicum*, *Aconitum*, *Anemonen*, *Papaver*, *Daphne*, *Rhododendron*; Heidelbeere, Moorbeere (verdächtig!).

β) aromatische, bittere, scharfe, adstringierende, saure, oder sonstige, nicht näher bekannte Stoffe; hierher namentlich Pflanzen, welche nicht mechanisch geschützt sind:

Tofieldia, *Paradisia*, *Gagea*, *Allium*, *Lloydia*, *Crocus*, *Orchideen*,[2]) *Salices* (von Ziegen und Schafen gefressen!), *Rumex*, *Thesium*, *Chenopodium*, *Stellaria nemorum*, *Alchimilla*,[3]) *Ranunculaceen* (scharf), meiste Cruciferen, *Sedum*, *Sempervivum* (Gerbstoff), *Oxytropis montana*, *Polygala*, *Primula viscosa* und andere drüsentragende Arten, *Gentianaceen* (bitter), *Labiaten* (aromatisch), *Bartschia*, *Pedicularis*, *Alectoroloptus*, *Euphrasia*, *Pinguicula*, *Valeriana*, *Arnica*, *Achillea moschata*, *Senecio alpinus*, *Artemisien*; ferner die meisten Farne, Moose und Flechten.

D. Mechanische Schutzmittel: Haarbedeckung, Rauhigkeit, derbe Cuticula, Stacheln, Dornen usw.

Juniperus (wird aber von Ziegen gefressen!), *Nardus*, *Festuca alpestris*, viele *Cyperaceen* und *Juncaceen*, *Cerastium alpinum*, *Draba*, *Biscutella*, *Arabis alpina*,

---

[1]) Vergl. Stebler und Schröter, Alpenfutterpflanzen, und Stebler, Die Unkräuter der Alpweiden.

[2]) Alle diese Monocotyledonen sind reich an „Raphiden", feinen Kristallnädelchen von oxalsaurem Kalk, die nach Stahl namentlich gegen Schneckenfraß schützen. Ob auch gegen die grobe Zunge des Weideviehs dieses feine mechanische Schutzmittel ausreicht, oder ob andere Stoffe es abhalten, bleibt noch zu untersuchen.

[3]) *Alchimilla vulgaris* s. l. mit anderen Arten wird auf der Weide meist nicht berührt (Gerbstoff?), wohl aber im Heu gern gefressen.

viele *Saxifragen* und *Potentillen*, *Alchimilla alpina*, *Empetrum*, *Eryngium*, *Rhododendron*, *Loiseleuria*, *Arctostaphylos*, *Vaccinium*, *Calluna*, *Erica*, *Soldanellen*, *Primula integrifolia* und *farinosa*, *Campanula thyrsoida*, *Adenostyles*, *Antenaria*, *Gnaphalien*, *Achillea nana*, *Homogyne*, *Senecio doronicum*, *uniflorus*, *incanus*, *Carlina*, *Cirsien*, viele behaarte *Hieracien*.

Auffallend ist der Mangel der Dorn- und Stachelbildung in den Alpen wie in der Arktis. Er kann nicht mit dem fehlenden Schutzbedürfnis zusammenhängen, da beide Gebiete an Weidetieren reich sind. Auf Grund der Versuche von Lothelier u. a. weiß man, daß Trockenheit die Bildung von Dornen begünstigt. Warming führt deshalb die Dornarmut der Arktis auf die größere Feuchtigkeit zurück; für die Alpen kann das freilich nicht gelten. Kerner weist darauf hin, daß in den Alpen bei dem kurzen Sommer den Weidetieren doch so reichlich Futter geboten wird, daß die einzelne Pflanze nicht so stark angefressen wird; der Dornreichtum der Steppen und Wüsten wäre dann durch die Spärlichkeit der grün und saftig bleibenden Gewächse zu erklären, die sich besonders schützen müssen.

Über Schneckenfraß in der alpinen Region schreibt mir Prof. Dr. Otto Stoll-Zürich freundlichst folgendes:

„Die Frage des Schneckenfraßes und des Pflanzenschutzes dagegen wird in den einzelnen Alpengebieten wahrscheinlich verschieden zu beantworten sein.

„Bei uns in der Schweiz kommen nur sehr wenige Spezies als pflanzenschädigend in der alpinen Region in Betracht, und auch diese jedenfalls in geringem Umfange. Dies sind etwa *Helix arbustorum*, in der Südwestschweiz (Wallis) auch *Helix silvatica*, dann *Helix villosa* und eine Nacktschnecke, die aber vereinzelt ist und eine alpine Form des *Limax cinereo-niger* darstellt, eines Tieres, das in der Ebene vor allem Pilzfresser ist und im Gebirge nur ganz vereinzelt auftritt. Auch *H. zonata* bzw. *foetens* geht ziemlich hoch. Alle übrigen, bis an die obere Baumgrenze und über dieselbe hinausgehenden Schneckenarten sind erstlich sehr klein und leben zum Teil von Pflanzendetritus, sog. „Mullschnecken", zum Teil von Kryptogamen (Felsenschnecken), zum Teil überhaupt nicht von Pflanzen, sondern vom Fleisch andrer Tiere (Schnecken, Würmer usw.)."

„Die weitaus häufigste und verbreitetste Alpenschnecke ist bei uns *H. arbustorum*, die erheblich über 2000 m hinaufgeht (nach Calloni über 2500 m) und stellenweise recht häufig ist. Sie bevorzugt die massigen, großblättrigen Pflanzen längs der kleinen Rinnsale, z. B. hauptsächlich *Petasites officinalis* usw., und frißt diese gelegentlich stark zusammen. Sie findet sich aber auch noch auf dem kurzen Rasen der höhern Alpen."

„Während *H. arbustorum* hauptsächlich auf den offenen Alpen, außerhalb des Waldes zu finden ist, ist *H. villosa* mehr an den Wald gebunden und entfernt sich wenig von ihm, geht auch weniger hoch als *arbustorum*.

„*H. silvatica* geht nur in der Südwestschweiz höher ins Gebirge (nach Calloni über 2500 m), obwohl sie nach Osten längs der Alpen bis ins Schächental, längs des Jura bis Schaffhausen geht. Sie ist in der Niederung eine „Heckenschnecke", die keineswegs, wie ihr Name besagt, im Walde lebt. Was sie im Gebirge frißt, ist mir nicht bekannt. Die höchste Gegend, in der ich sie fand, ist der obere Teil des Val de Ferret, aber erst ziemlich weit unterhalb des St. Bernhard-Hospizes."

„*H. zonata* und ihre Nebenform *H. foetens* kommen nur lokal in Betracht. Letztere fand ich noch in 1 Exemplar lebend auf der Spitze des Mont Catogne

auf Alpenrasen, sonst lebt sie weit unterhalb des Gipfels, hauptsächlich am Felsen. Ob sie lebende, höhere Pflanzen angeht, weiß ich nicht" (geht nach CALLONI bis 2600 m).

„*H. pomatia*, „Weinbergschnecke", würde der gewaltigste Fresser sein, um so mehr, da sie lebende Pflanzen angeht und polyphag ist. Aber sie kommt in der alpinen Region nur vereinzelt vor, ich fand während meiner $^1/_2$jährigen Tätigkeit als Kurarzt in Klosters kein Dutzend Stücke auf allen Bergen um Klosters."

„Für die Ostalpen sind die Verhältnisse wahrscheinlich anders, da dort neben *H. arbustorum* noch eine ganze Reihe alpiner, größerer Schnecken vorkommen."[1])

Es ist nach den Ausführungen STOLLS nicht wahrscheinlich, daß die Schneckenwelt der Alpen einen hervorragenden züchtenden Einfluß auf die Ausbildung von Schutzmitteln bei der Alpenflora gewonnen hat. STAHL[2]) hat in seinem bekannten Buch über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schnecken nur wenige Alpenpflanzen behandelt: die *Alchimillen* sind durch Gerbstoff, die *Gentianaceen* durch Bitterstoffe geschützt. Nach Analogie mit Ebenenpflanzen kann man aber weiter vermuten, daß die alpinen *Papilionaceen*, *Sedum*, *Sempervivum*- und *Saxifraga*-Arten durch Gerbstoff, *Rumex* und *Oxyria* durch Oxalsäure, die drüsigen *Primulae*, die *Labiaten* und *Umbelliferen* durch aromatische Stoffe, die *Gentianaceen* und *Polygalae* durch Bitterstoffe, die *Ranunculaceen* durch scharfe Säfte, die Lebermoose durch ihre Ölkörper, viele Monocotyledonen (*Orchideen*, *Liliaceen*, *Iridaceen*), ferner *Epilobium* durch feine Kristallnädelchen (Rappiden) gegen Schneckenfraß geschützt sind. Viele behaarte Pflanzen werden dagegen gerne von den Schnecken gefressen (wohl weil sie nicht chemisch geschützt sind!); so fand STAHL, daß *Helix arbustorum* var. *alpestris* bei 2300 m bei St. Moritz, die im Freien besonders an Disteln und abgestorbenen Blättern glatter Pflanzen fraß, bei einem Versuche in der Gefangenschaft mit Vorliebe borstige und rauhhaarige Pflanzen benagte: *Arabis alpina*, *Cirsium spinosissimum*, *Carduus defloratus*, *Biscutella laevigata*, während sie mit wenigen Ausnahmen (*Anthyllis*, *Senecio Doronicum*) die glatten, chemisch geschützten Pflanzen: *Ligusticum mutellina*, *Silene acaulis*, *Gypsophila repens*, *Gentiana campestris* verschonte. Die in derselben Meereshöhe nur noch einzeln angetroffene, bei 2000 m aber noch häufige *Limax agrestis* griff stark an: *Campanula barbata*, *C. pusilla*, *Aster alpinus*, *Aronicum glaciale*, *Carduus defloratus*, *Cirsium spinosissimum*; in geringerm Grade: *Myosotis alpestris*, *Hieracium Hoppeanum*. Unversehrt oder doch nur wenig zerfressen blieben (mit Ausnahme von *Anthyllis*, *Senecio Doronicum* und *Cardamine alpina*) die glatten oder doch nur mit anliegenden Haaren versehenen Arten *Leontodon*, *Senecio carniolicus*, *Chrysanthemum alpinum*, *Gentiana bavarica*, *G. campestris*, *Silene acaulis*, *Ranunculus glacialis*, *Chamaeorchis alpina* und viele andere.

Die also jedenfalls vorhandenen Schutzmittel gegen Schneckenfraß sind bei den Alpenpflanzen bei der geringen von den Schnecken drohenden Gefahr wohl nicht in der alpinen Region gezüchtet, sondern aus der Ebene mitgebracht

---

[1]) SILVIO CALLONI, La fauna nivale, Paria 1890, führt 74 Schneckenarten und Varietäten aus Höhen über 2500 m aus den gesamten Alpen an; darunter steigt *Helix chiophila* bis 3205 m.

[2]) STAHL, Pflanzen und Schnecken, eine biologische Studie über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfraß. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft u. Medizin. Jena 1888.

oder zufällige Korrelationserscheinungen. Es wäre von Interesse, zu untersuchen, ob z. B. die chemischen Schutzmittel, als nutzlos geworden, bei den Alpenpflanzen gegenüber den Verwandten der Ebene eine Reduktion erfahren haben.

Die alpinen Flechten[1]) werden durch Fraß bedroht von Weidetieren, Schnecken, Raupen, Poduriden und Acarinen. Als Schutzmittel dagegen figurieren vor allem die Flechtensäuren; besonders giftig für Schnecken ist die Vulpinsäure, welche die Arven- und Lärchenflechte *Evernia vulpina* gelb färbt. Auch das isländische Moos (*Cetraria islandica*) ist gut geschützt und wird erst gefressen, wenn man durch langes Kochen mit Soda die Schutzstoffe entfernt hat. Doch ist hier wie überall bei Betrachtung der Schutzmittel ein Gesichtspunkt zu betonen, auf den besonders Stahl aufmerksam macht: es gibt unter den fressenden Tieren „Spezialisten", welche gerade die für andere Tiere abschreckenden Stoffe lieben (Wolfsmilchschwärmerraupe auf der giftigen Wolfsmilch!). So werden denn auch viele alpine Flechten trotz Schutzmittel stark angefressen: *Gasparrinia elegans* z. B. durch Milben, *Cladonia rangiferina* von den Raupen der *Lithoria aridiola*, zahlreiche Kalkflecken von *Clausilien*, *Rhizocarpon geographicum* von Schnecken und Asseln.

Auch die Insekten richten in der Alpenregion wenig Schaden an. Am ehesten kommen noch Blüten- und Samenverzehrende Larven in Betracht: So fanden Dr. Stebler und der Verfasser im Gebiet der Fürstenalp die Hülsen von *Oxytropis campestris* und *Phaca frigida* fast regelmäßig ausgefressen, so daß die Samenproduktion bedeutend eingeschränkt war. Bei *Cirsium spinosissimum* sind die Blütenköpfchen sehr häufig von einem Rüsselkäfer ausgefressen. J. Braun, der sich speziell mit den Fruktifikationsverhältnissen der Alpenpflanzen beschäftigt, schreibt mir: „Die Samen vieler Alpenpflanzen werden von Tieren angegriffen. In erster Linie ausgesetzt sind die *Compositen*: *Arnica*, *Hieracien*, *Centaurea rhapontica*, *Leontodon*, *Crepis* u. a. werden sehr von Würmern heimgesucht. Die *Pedicularis*-Fruchtstände enthalten hie und da Fraßmehl statt Samen, ebenso *Gentianen*-Fruchtstände. Ferner kann ich Ihre Beobachtungen über *Oxytropis*, *Phaca* (und *Astragalus*) bestätigen. Bei *Cruciferen*, *Ranunculaceen* und *Umbelliferen* errinnere ich mich nicht, Parasiten entdeckt zu haben. Diese Samenparasiten steigen so ziemlich bis zur obersten Grenze der blühenden und fruchtenden Pflanzen." Es ist denkbar, daß dadurch die Verbreitung einer Art eingeschränkt werden kann, wie ja z. B. Kihlman für die Fichte in Lappland nachwies, daß an der Baumgrenze fast alle Samen durch einen Schmarotzer zerstört werden. Eine speziell daraufhin gerichtete Untersuchung der alpinen Fruktifikation wäre sehr interessant.

Meist scheint sich zwischen Insekten und Pflanzen ein Modus vivendi herausgebildet zu haben, bei dem die Pflanze nicht leidet. So namentlich bei den gallenbildenden Insekten. Der blattrollenden Milbe (S. 108) opfert die Alpenrose einige Zweige, leidet aber weiter nicht darunter. Die kugelrunden beerenähnlichen Gallen der Gallblattwespe (*Nematus gallarum* Hart. und *Vallisnerii* Hart.) schmücken oft zu Dutzenden die Blätter der *Salix reticulata* und *retusa* bis an deren obere Grenze. Bedenklicher ist schon eine

---

[1]) Vgl. Zuckal, Morph. u. biol. Untersuch. über d. Flechten, Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissenschaft in Wien, Bd. CIV, 1895. — W. Zopf, Zur biolog. Bedeutung d. Flechtensäuren, Biol. Centralbl. Bd. XIV, 1896. — Stahl, Die Schutzmittel der Schnecken gegen Tierfraß, Festschrift zum 70. Geburtstag von Ernst Häckel. Jena 1904.

durch Gallmücken hervorgerufene Auftreibung der Fruchtknoten an *Salix reticulata* L., die aber relativ selten auftritt. An *Phyteuma*-Arten (*P. orbiculare, hemisphaericum, Michelii, Halleri*) wird durch die Larve einer Gallmücke (*Cecidomyia Phyteumatis* F. Lw.) die Blüte zu einer bleichgrünen unförmlichen geschnäbelten Kapsel deformiert; die Galle ist aber so selten, daß sie die Fruktifikation nur unerheblich herabsetzt. Gallmücken erzeugen ferner fleischige bis knorpelige Blattrandrollungen bei *Campanula pusilla* und *Scheuchzeri*, bei *Aster alpinus* (bis 2300 m), eine Blattfaltung mit schwammiger Galle an eben demselben und an *Erigeron uniflorus* (*Rhopalomyia Rübsameni* Thomas), eine Verdickung der Stengelbasis mit zwiebelschalenartiger Verbreiterung der Blattbasen bei *Erigeron uniflorus*, kleine ellipsoidische feste Auswüchse an Blättern und Blütenstand der *Artemisia spicata* (bis 2700 m an der Leggerwand bei Sulden, hervorgerufen durch *Rhopalomyia Lütkemülleri* Thomas, wohl die höchststeigende Galle, die bis jetzt in den Alpen gefunden wurde), ferner Blütenknospengallen bei *Polygala alpestre*, Blütengallen und Triebspitzendeformationen an *Daphne striata*.[1]) Eine bleichgrüne Anschwellung der Triebe von *Lonicera coerulea* erzeugt die Blattwespe *Haplocampa Xylostei* Gir. Triebspitzendeformationen zu einem behaarten Blätterknopf werden an *Galium asperum* var. *anisophyllum* durch Gallmücken häufig erzeugt, ebenso am *Thymian*, an *Veronica alpina*, *Euphrasien*, *Androsace chamaejasme*, *Sedum alpestre* und *atratum* durch Milben (*Phytoptus*), die auch einen abnormen Haarfilz an den Blättern von *Geum montanum*, *Potentilla villosa*, *Biscutella laevigata*, *Arabis alpina* u. a. hervorrufen.

Wir sehen also die tierischen Schmarotzer den Alpenpflanzen überallhin folgen. Auch für die Pilze gilt dasselbe. Fuckel sagt von den Rostpilzen: „Das Vorkommen der Pilzparasiten in den Alpen ist nach Arten- und Individuenzahl dem des Tieflandes ziemlich gleichkommend, wo nicht noch häufiger.“ Fischer (*Uredineen* der Schweiz 1904, S. XVIII) erwähnt als höchsten zurzeit bekannten Uredineenstandorte der Schweiz: *Puccinia Dubyi* auf *Androsace glacialis* bei 3000 m auf dem Gornergrat. Auch die Alpenpflanzen entgehen also nicht dem allgemeinen Schicksal der Pflanzenwelt, anderen Organismen einen Teil ihrer wohlerworbenen Baustoffe abtreten und sich mit ihren Parasiten abfinden zu müssen. Lagerheim hat einmal darauf aufmerksam gemacht, daß man das Verhalten einer Pflanze zu ihren Schmarotzern als Kriterium für alte oder junge Einwanderung benutzen könne: der Schmarotzer wandert naturgemäß langsamer als der Wirt: in neu erworbenen Gebieten der Pflanze werden also diese durch ihre Schmarotzerfreiheit sich auszeichnen. Es wäre von Interesse, diese Fragestellung für die Verbreitungsgeschichte der Alpenpflanzen zu erproben.

---

[1]) Siehe Thomas, A. W., Alpine Mückengallen, Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Ges. Wien 1892 und von demselben: Zwei hochalpine *Rhopalomyia*-Arten, ebenda 1893.

Achtes Kapitel.

Zusammenfassung.

Die vegetative Sphäre der Alpenpflanzen zeigt folgende charakteristische, mit dem Klima der alpinen Region in Zusammenhang zu bringende Eigenschaften und Lebenserscheinungen:

§ 1. Äußerer und innerer Bau.

1. Starke Entwicklung der unterirdischen Organe: durch Kulturen als direkte Folgen des Alpenklimas nachgewiesen; direkt begünstigt durch die dunkle Wärme des Bodens; vorteilhaft für die kurze Vegetationszeit durch die Ermöglichung starker Speicherung und damit rascher Entwicklung; Schutz gegen die starke Windwirkung und gegen Trockenheit.

2. Niederer gedrängter Wuchs der oberirdischen Teile, hervorgerufen durch

a) geringere Zahl der Internodien,
b) geringere Streckung derselben,
c) tieferen Ansatz der Verzweigung,
d) Anschmiegen an den Boden.

Dieser „Nanismus“ ist

α) induziert, d. h. der Ausdruck einer „doppelten Anpassung“ (de Vries), eine „reversible Paravariante“ (Detto), d. h. er wird bei demselben Individuum durch die alpinen Bedingungen hervorgerufen, durch Ebenenbedingungen wieder rückgängig gemacht. Es kommt dabei die wachstumshemmende Wirkung des starken Alpenlichts, die Kälte der Nacht und (für das Anschmiegen an die Erde) die Veränderung der geotropischen Richtung durch niedere Temperatur in Betracht — so namentlich bei den von Bonnier untersuchten höhenvagen Arten. Stellt man die Exemplare der Ebenenkulturen nachts in den Eiskasten, so bleiben sie ebenfalls klein.

β) „angeboren“, d. h. eine erbliche konstante Charaktereigenschaft der Pflanze, die bei Kultur in der Ebene nicht verschwindet; ob sie als Mutation oder durch Vererbung erworbener Eigenschaft entstanden ist, ist nicht entschieden; sie ist im alpinen Klima vorteilhaft

a) gegen den Schneedruck,
b) gegen die Windwirkung,
c) zur Ausnützung des Schneeschutzes gegen Frost und gegen vorzeitiges Treiben,

d) zur Ausnützung der Bodenwärme und der größeren Feuchtigkeit der tieferen Luftschichten.

So bei den meisten typischen Alpenpflanzen. Als besonders häufige Wuchsformen wären zu nennen: Spaliersträucher, Rosettenpflanzen und Polsterpflanzen.

3. Blattbau. Ein allgemeiner, durchgreifender Unterschied im Blattbau der Alpenflanzen gegenüber dem der Ebenenpflanzen existiert nicht. Das ist auch nicht zu erwarten, wenn man bedenkt:

a) die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Heimatsgebiete der Alpenpflanzen (Alpen, Arktis, Steppen, Mediterrangebiet, Waldgebiet, andere Gebirge),

b) die große Mannigfaltigkeit der erblich mitgebrachten Blatttypen, aus 43 verschiedenen Familien,[1])

c) die sehr verschiedene „Plastizität" oder Anpassungsfähigkeit verschiedener Arten und ihr sehr verschiedenes erdgeschichtliches Alter,

d) die enorme Mannigfaltigkeit der Standortsbedingungen, welche vielfach den Einfluß des alpinen Gesamtklimas übertönen können.[2])

Unter dieser Einschränkung können wir folgende Einflüsse der alpinen Gesamtbedingungen auf die Ökologie des Blattes konstatieren:

A) Bei regionenvagen Formen, als direkter Einfluß der alpinen Bedingungen durch Auslösung der „doppelten Anpassung" bei Kultur oder an wildwachsenden Exemplaren konstatiert (natürlich überall nur

---

[1]) Es erscheint deshalb ein vergebliches oder zum mindesten verfrühtes Beginnen, die Blattform als Reaktion auf einzelne Klimafaktoren zu erklären. Für Xerophyten geht es ja leidlich; aber die „Schneeblätter", „Kälteblätter" und „Windblätter" Jungners kommen auch unter ganz anderen Bedingungen vor; und anderseits kommen in demselben Bestand, unter genau denselben Bedingungen alle diese Formen nebeneinander vor: im Schneetälchenrasen z. B. die „Schneeblätter" der *Salix herbacea*, die „Verdunstungsblätter" des *Gnaphalium supinum*, die „Windblätter" der *Alchimilla pentaphyllea* und der „Keimblatttypus" der *Cardamine alpina*.

[2]) Eine dringend nötige Grundlage aller Erörterungen über Ökologie der Alpenflora fehlt uns noch beinahe ganz: die zahlengemäße Feststellung der „Standortsklimate". Auf die hohe Bedeutung der lokalen Bedingungen macht u. a. Christ aufmerksam, wenn er sagt (Farnkräuter d. Schweiz, Bern 1900, S. 15): „Es ist zu wenig bekannt, wie sehr so viele Organismen sich vor der Winter- und Sommertemperatur, vor der Austrocknung durch Kälte und Hitze und deren tödlichen Folgen dadurch schützen, daß sie diejenigen Nischen, Spalten oder waldgeschützten Stellen bewohnen, wo ihnen der allgemeine Zustand der Atmosphäre nicht beikommt, wo sie das milde lokale Klima umgibt." Dafür nur ein Beispiel: Herr cand. phil. E. Hess maß auf meine Veranlassung die Maximal- und Minimaltemperatur einer sonnen- und windoffenen, und einer geschützten, schattigen Stelle beim Albulahospiz (2318 m) vom 25. bis 29. Aug. 1907. Die tägliche Amplitude zeigte eine maximale Differenz von 9,5°: an der offenen Stelle 21°, an der geschützten nur 11,5°.

bei reaktionsfähigen Arten, welche die Anlagen der betreffenden Eigenschaft schon besitzen):

a) kleinere Blattflächen,

b) größere relative oder absolute Dicke des Blattes,

c) stärkere Entwicklung der Palissaden; Tendenz zur Entwicklung isolatoralen Blattbaus mit beidseitigen Palissaden,

d) dunkler grüne Färbung,

e) lockerern Bau des Schwammgewebes,

f) mehr Spaltöffnunungen,

g) stärkere Behaarung,

h) stärkere Entwicklung der Cuticula (Bonnier u. Leist, entgegen Wagner).

Diese Veränderungen vollziehen sich in gleichem Sinne, aber etwas weniger ausgesprochen, wenn man Exemplare vergleicht, bei denen die einen caeteris paribus am Licht, die andern am Schatten wuchsen. Bonnier hat solche Versuche sowohl in der Ebene als in den Alpen ausgeführt: die zwei Hälften eines Individuums nebeneinander im gleichen Boden unter gleicher Feuchtigkeit kultiviert, das eine im Licht, das andre im Schatten: das Lichtexemplar zeigte die nämlichen Abweichungen vom Schattenexemplar, wie das Alpenexemplar vom Ebenenexemplar, aber etwas schwächer. Trockenheit der Luft wirkt im gleichen Sinne (Lothelier, Bonnier); die Wirkungen der beiden Faktoren summieren sich also, um im Alpenklima die Gesamtwirkung hervorzubringen.

B. Bei Bewohnern xerophytischer Standorte finden sich mannigfaltige Schutzmittel gegen Trockenheit. Die Prozentzahl der Xerophyten ist in der Alpenflora der Schweiz größer als in der Gesamtflora. Unter den 420 Alpenpflanzen der Jeroschschen Liste zähle ich 113 Xerophyten, also über $^1/_4$; unter den 2453 Blütenpflanzen der Schweizerflora 412 Xerophyten, also ca. $^1/_6$. Diese gesteigerte Anpassung an Trockenheit beruht einerseits auf dem Fehlen oder Zurücktreten zahlreicher hygrophytischer Standorte der Ebene: Wald, Gebüsch, Sumpf, und dem Herrschendwerden der Gesteinsfluren, anderseits auf dem Einfluß der starken Evaporationskraft.

Folgendes sind die xerophytischen Anpassungen im Blattbau:

a) Verstärkung der Cuticula (Lederblatt).

b) Bergung der Spaltöffnungen (Rollblatt, Faltblatt).

c) Verkleinerung der verdunstenden Oberfläche (Nadelblatt, Rollblatt, Faltblatt, Binsenblatt).

d) Starke Haarbekleidung.

e) Wachsüberzug.

f) Verschleimende Zellen in der Epidermis und Schleimerguß in die Interzellulare.

g) Wasseraufnahme durch das Blatt.

h) Wasserspeicherung durch Sukkulenz.

i) Bildung windstiller Räume durch gegenseitige Deckung der lebenden Blätter und durch Anpressen der Blätter an den Stengel.

k) Bildung schützender Decken durch abgestorbene Blätter oder Blattteile.

l) Bildung wasserspeichernder, kapillarer Hohlräume durch abgestorbene Blätter oder Blattteile.

Es fehlen dagegen folgende anderwärts vorkommende Trockenschutzeinrichtungen: Kantenstellung, Kompaßpflanzen, blattlose Sprosse, Salzkrusten, lackierte Blätter, Reduktion der Spaltöffnungen und Interzellularen (die im Gegenteil sich mehren, in Anpassung an die verstärkte Assimilation).

Viele Arten zeigen eine förmliche Häufung von Schutzeinrichtungen gegen Trockenheit: so besonders die Polsterpflanzen (siehe S. 569 ff.); von den xerophytischen *Saxifragen* (*oppositifolia*, *Rudolphiana*, *retusa*, *caesia*-Gruppe, *aizoon*-Gruppe) sagt Lasniewski: „Dem Standort entspricht auch der entschieden xerophile Bau dieser Pflanzen. Ihre Blätter sind klein und in Rosetten gedrängt. Die exponierten Stellen der Blätter haben starken epidermalen Schutz, die Spaltöffnungen befinden sich in geschützter Lage, und zwar sind sie nicht an eine bestimmte Blattfläche gebunden, sondern verschieden, je nach der Blattform und Blattlage, doch immer in den durch die Stellung der Blätter in der Rosette gebildeten windstillen Räumen geborgen.“

C. Die Regenbeständigkeit ist häufig größer als bei Exemplaren derselben Art in der Ebene (Weinzierl).

D. Als Schutzmittel gegen Tierfraß sind beobachtet:

a) Große Lebenszähigkeit und Regenerationsfähigkeit.

b) Chemischer Gehalt an unangenehmen Stoffen.

c) Mechanische Schutzmittel (Stacheln und Dornen aber sehr spärlich).

§ 2. Lebenserscheinungen.

I. Lebensdauer.

a) Einjährige Alpenpflanzen sind selten.

b) Einjährige Ebenenpflanzen werden in den Alpen oft mehrjährig.

c) Viele haben immergrüne Blätter. Das sind Anpassungen an den kurzen Alpensommer.

II. Periodische Erscheinungen.

a) Viele treiben und blühen sehr früh, begünstigt durch hohe Lufttemperatur zur Zeit der Schneeschmelze; vorteilhaft zur Ausnützung der kurzen Vegetationsperiode.

b) Manche haben kürzere Reifezeit als in der Ebene (fruchten rascher); wohl eine Wirkung der starken Insolation; bei den meisten der beobachteten aber tritt eine Verlängerung der Reifezeit ein.

c) Überwinterungsform: Wir sind noch sehr unvollkommen bekannt mit der Art und Weise, wie die Alpenpflanzen überwintern. Hier liegt noch ein schönes Studienfeld vor. Es sind die Schutzmittel der Knospen zu studieren, die Art des Reservematerials, der Modus des Austreibens im Frühjahr, die Beziehungen zum Standort und zur Höhe über Meer, und die Einreihung in die RAUNKIAERschen Typen.

Es möge hier nur einiges gestreift werden:

Die alpinen Holzgewächse überwintern bald mit Knospenschuppen (*Alnus*, *Rhododendron*, *Salix*), bald mit nackten Knospen (*Dryas*, *Loiseleuria*).

Die Polsterpflanzen überwintern sämtlich mit nackten Knospen, die durch die immergrünen Herbstblätter gebildet werden; die *Saxifragen*, *Semperviven* und *Sedum*-Arten haben ebenfalls keinen sichtbaren Winterschutz. Bei den *Primeln* bilden die Basen der Herbstblätter eine Knospenhülle, ebenso liegen bei den *Gramineen* und *Cyperaceen* die Knospen tief verborgen in den alten Blattbasen. Zahlreiche alpine Stauden sind „Cryptophyten“ (geophile Pflanzen) mit völlig unterirdischen Winterknospen: so alle Zwiebel- und Knollenpflanzen; von den „Rhizompflanzen“ die *Anemonen*, *Polygonum viviparum*, *Carex incurva*, manche Gramineen usw.

III. Physiologische Funktionen.

a) Die Keimungstemperatur der Samen liegt tiefer als bei Ebenenpflanzen: das ist vorteilhaft im Sinne der Abhärtung.

b) Die physiologische Resistenz gegen Kälte und Trockenheit ist oft sehr groß; ob das eine zufällig mitgebrachte Eigenschaft oder eine Folge der Selektion oder der direkten Bewirkung ist, kann zurzeit nicht entschieden werden.

c) Die Assimilationsenergie ist gesteigert: caeteris paribus assimiliert das durch direkte Einwirkung bei Kulturen zustande gekommene Alpenblatt auch unter Ebenenbedingungen intensiver als das Ebenenblatt; das ist eine direkte Folge der Alpenbedingungen; die wirkenden Faktoren (Licht, Trockenheit, Kälte) sind noch nicht genügend auseinander zu halten.

d) Die Transpiration der Blätter am Licht ist ebenfalls intensiver, Atmung und Verdunstung im Dunkeln dagegen gleich oder schwächer.

Zweiter Unterabschnitt.

Die Blütenbiologie der Alpenflora.

Von Dr. A. Günthart in Zürich.

Der Leser ist nun mit den wesentlichen Lebensbedingungen der Pflanzenwelt unserer Berge vertraut und kennt auch die wichtigsten Vertreter der Alpenflora. Trotzdem möchten wir ihn einladen, uns noch einmal auf eine Alpenmatte zu folgen, nun aber seine Aufmerksamkeit nur noch den freundlichen Blumengesichtern zuzuwenden, die uns da zu Tausenden entgegenleuchten.[1]) Sie sorgen ja schon von sich aus durch eine Reihe wirksamster Mittel dafür, daß unsere Blicke auf sie fallen: durch ihre herrlichen Farben, die hier noch ausgesprochener und leuchtender sind und sich von dem Grün des Grasteppichs noch schöner abheben als im Tiefland, durch ihre bedeutendere Größe und ihren herrlichen Duft.

Bei genauerer Betrachtung zeigen uns die Alpenblumen noch weitere Unterschiede von ihren Verwandten im Tiefland. Wir bemerken eine ganz andere Verteilung von Blüten mit mehr oder weniger tief geborgenem Honig, von Blüten, die vorwiegend oder ganz auf Selbstbestäubung angewiesen sind und solchen, die sich vorwiegend oder ausschließlich der Kreuzung bedienen. Wenn wir auch noch den bestäubenden Insekten Beachtung schenken, so ergibt sich folgende Stoffeinteilung:

Die Alpenblumen und ihre Bestäuber unterscheiden sich von ihren Verwandten im Tiefland

1. in der Beteiligung der verschiedenen „Blumenkategorien" am Aufbau der betreffenden Flora,
2. in der gegenseitigen Anpassung der Blumen und der sie besuchenden Insekten,
3. in der Zahl der Blütenbesucher,

---

[1]) Zur ersten Einführung in die allgemeine Blütenbiologie sind besonders zu empfehlen: Worgitzky, Blütengeheimnisse, Leipzig 1901 und E. Loew, Anleitung zu blütenbiologischen Beobachtungen, Sep.-Abdr. d. Naturw. Wochenschrift, Heft 4 der „Allgem. verständlichen naturw. Abhandlungen", Berlin, Riemann, 1889.

4. in dem Verhältnis zwischen Autogamie oder Selbstbestäubung und Allogamie oder Fremdbestäubung, Kreuzung,
5. in dem Grade der Ausbildung der Anlockungsmittel: Blütenfarben und -formen, Duft, Nektar.

Jedes dieser fünf Kapitel wollen wir mit einer Schilderung der geschichtlichen Entwicklung des betreffenden blütenbiologischen Forschungsgebietes beginnen. „In der Blütenbiologie ist der gegenwärtig erreichte Standpunkt nur begreiflich im Hinblick auf die Leistungen früherer Zeiten.“ So sagt Loew [1]), der Führer der modernen Blütenbiologen. Dies gilt nun zwar von jeder Wissenschaft und rechtfertigt an sich noch nicht, spezielle Fachstudien mit historischen Erörterungen zu beginnen. Doch trifft jener Satz für unsern Wissenszweig in ganz besonderem Grade zu, weil hier, wie sonst vielleicht nirgends, die veränderten Anschauungen der Neuzeit umgestaltend auf den überlieferten Wissensschatz eingewirkt haben. Zugleich bieten uns historische Einleitungen das bequemste Mittel, die grundlegenden blütenbiologischen Begriffe und die wichtigsten neueren Forschungsmethoden kennen zu lernen.

Erstes Kapitel.

Über die Beteiligung der verschiedenen Blumenkategorien am Aufbau der Flora der Alpen.

§ 1. Historisches und Grundbegriffe.

Die Blütenbiologie lehrt uns, wie jede Blüte ihre Bestäubung, und zwar wenn möglich die Fremdbestäubung, sichert, und wie sie sich zu diesem Zwecke gegen schädliche Insekten und ungünstige Witterungseinflüsse schützt. Wenn man das endlose Verzeichnis der bisherigen blütenbiologischen Literatur (2871 Nummern nur für Europa!)[2]) betrachtet, so möchte man glauben, daß es sich hier um eine sehr alte Wissenschaft handle. Doch dem ist nicht so. Fällt doch die für jede Blütenbiologie unerläßliche Erkenntnis, daß Staubgefäße und Stempel die Fortpflanzungsorgane der Pflanzen darstellen, die Begründung der

---

[1]) Einführung in die Blütenbiologie auf historischer Grundlage, Berlin, 1895.

[2]) In Knuths Handbuch der Blütenbiologie, 3 Bände, Band I die Einleitung, Band II die europäischen, Band III die außereuropäischen Beobachtungen enthaltend; Band I und II von Knuth selber 1898 und 1899, Band III nach dessen Tode von Loew und Appel 1904/05 herausgegeben.

sogenannten Sexuallehre durch CAMERARIUS[1]) erst ins Jahr 1694, der erstmalige Nachweis der Entstehung des Embryos der Phanerogamen durch HOFMEISTER ins Jahr 1849, die Entdeckung des eigentlichen Befruchtungsvorganges und der Rolle, welche die Pollenkörner dabei spielen durch CARL FRIEDRICH GÄRTNER in die Jahre 1837, 1844 und 1849. Seit dem Erscheinen der ersten im engeren Sinne blütenbiologischen Werke, der Arbeit über die künstliche Herstellung von Bastarden von KÖLREUTER und des grundlegenden Werkes von SPRENGEL ist zwar schon mehr als ein Jahrhundert verflossen. Das letztgenannte, bedeutungsvolle Buch zeugt von feinstem Naturverständnis und schärfster Forschergabe seines Verfassers, des Spandauer Schulrektors CHR. K. SPRENGEL (1750 bis 1816). Es führt den Titel „Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen" (Berlin 1793)[2]) und enthält schon ca. 500 zum Teil mit sehr guten Bildern versehene Beschreibungen der Bestäubungseinrichtungen einheimischer Blütenpflanzen. Hier werden zum erstenmal die bisher als zwecklos erklärten Besuche der Insekten auf den Blumen als notwendig für die Bestäubung der letzteren erkannt und dargestellt.

Um uns eine Vorstellung von der liebevollen Sorgfalt SPRENGELscher Naturbeobachtung zu bilden, seien hier die ersten Zeilen seines Buches wiedergegeben:

„Als ich im Sommer 1787 die Blume des Waldstorchschnabels (*Geranium silvaticum* L.) aufmerksam betrachtete, so fand ich, daß der unterste Teil ihrer Kronenblätter auf der innern Seite und an den beiden Rändern mit feinen und weichen Haaren versehen war." (Vergl. Fig. 259, 3 auf Seite 681.) „Überzeugt, daß der weise Urheber der Natur auch nicht ein einziges Härchen ohne eine gewisse Absicht hervorgebracht hat, dachte ich darüber nach, wozu denn wohl diese Haare dienen möchten. Und hier fiel mir bald ein, daß, wenn man voraussetzte, daß die fünf Safttröpfchen, welche in ebenso vielen Drüsen abgesondert werden (Fig. 259, 1 u. 2), gewissen Insekten zur Nahrung bestimmt seyen, man es zugleich nicht unwahrscheinlich finden müßte, daß dafür gesorgt sey, daß dieser Saft nicht vom Regen verdorben werde, und daß zur Erreichung dieser Absicht diese Haare hier angebracht seyen. Ein Insekt hingegen wird durch diese Haare keineswegs verhindert, zu den Safttröpfchen zu gelangen."

Diese „Saftdecke", das erste blütenbiologische Merkmal, das SPRENGEL beobachtete, ist in vielen Fällen (s. Seite 687) allerdings nicht ein Schutz gegen Regen, sondern gegen zu kleine, unnütz Honig

---

[1]) Für diese und die andern historischen Angaben wurde außer LOEWS „Einführung" und der Einleitung in KNUTHS Handbuch noch SACHS, Geschichte der Botanik, München 1875, benutzt, welches Werk für Studien über Geschichte der Botanik und zugleich zur Einführung in die wissenschaftliche Botanik hiemit sehr empfohlen sei.

[2]) Das Werk wurde von KNUTH 1894 neu herausgegeben als Band 48—51 von OSTWALDS Klassikern der exakten Naturwissenschaften.

raubende Insekten. Der sonst so vorurteilsfreie Forscher stand hierin in der Folge allzusehr unter dem Eindruck seiner ersten Beobachtung.

Im folgenden Sommer untersuchte SPRENGEL das Vergißmeinnicht. Hören wir ihn auch hierüber:

„Ich fand nicht nur, daß diese Blume Saft hat, sondern auch, daß dieser Saft gegen den Regen völlig gesichert ist. Zugleich aber fiel mir der gelbe Ring auf, welcher die Öffnung der Kronenröhre umgibt, und gegen die himmelblaue Farbe des Kronensaums so schön absticht. Sollte wohl, dachte ich, dieser Umstand sich auch auf Insekten beziehen? Sollte die Natur wohl diesen Ring zu dem Ende besonders gefärbt haben, damit derselbe den Insekten den Weg zum Safthalter zeige? Ich betrachtete in Rücksicht auf diese Hypothese andere Blumen und fand, daß die meisten sie bestätigten. Denn ich sah, daß diejenigen Blumen, deren Krone an einer Stelle anders gefärbt ist, als sie überhaupt ist, diese Flecken, Figuren, Linien oder Düpfel von besonderer Farbe immer da haben, wo sich der Eingang zum Safthalter befindet. Nun schloß ich vom Teil auf das Ganze. Wenn, dachte ich, die Krone der Insekten wegen an einer besonderen Stelle besonders gefärbt ist, so ist sie überhaupt der Insekten wegen gefärbt."

Damit war die Bestäubung der Blüten durch Insekten festgestellt und unser Forscher war direkt zu demselben Ergebnis gelangt, das vor ihm auf anderm Wege schon KÖLREUTER festgestellt hatte, daß nämlich „der Samenstaub (Blütenstaub) auf keine andere Art als durch Insekten dahin (auf die Narbe) kommen kann". Aber auch die wichtige Bedeutung, welche der Blumenfarbe und den besondern „Saftmalen" der Blüte, als Anlockungsmitteln für die Insekten, als sog. „Schauapparaten" zukommen, ist durch das zweite der obigen Zitate klar dargelegt.

Mit Recht ehren wir SPRENGEL heute als einen Vorläufer echter vorurteilsloser Naturbetrachtung. Wie trefflich kennzeichnet gerade das zweite Zitat den richtigen Gang der induktiven Naturforschung von der ersten naiven Vertiefung in das Objekt zur Fragestellung für genauere Beobachtung und zur Hypothese, dem Werkzeug zur Erlangung umfassenderen Wissens!

SPRENGEL wurde von seinen Zeitgenossen verkannt. Die Systematiker von der Schule LINNÉs, die „veri botanici" betrachteten damals alle, die nicht nur nach Klasse und Familie einer Pflanze, sondern auch nach ihren Lebensäußerungen fragten, als bloße „botanophili" und infolge des Einflusses der GOETHEschen Metamorphosenlehre und einer damals alle Geister beherrschenden unfruchtbaren Naturphilosophie, welche Beobachtung und Experiment durch Spekulation ersetzen wollte, ging auch die letzte Spur von Natursinn und induktiver Naturforschung verloren. SPRENGEL selbst erfuhr wegen seiner „sonderbaren Nebenbeschäftigung" viele Anfeindungen; er starb 1816 in völliger Vergessenheit.

Wir verdanken diesem Manne nicht nur die Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Insekten, sondern vor allem auch das diese Beziehungen begründende Gesetz von der „vermiedenen

Selbstbestäubung" der Pflanzen, das er in die Worte faßte: „Es scheint, daß es die Natur nicht haben will, daß irgend eine Blume durch ihren eigenen Staub befruchtet werde." Er schloß dies aus der Tatsache, daß die meisten der von ihm beobachteten insektenblütigen Pflanzen außerdem gewisse Schutzmittel zur Verhinderung der Selbstbestäubung erkennen ließen.

Eines der wichtigsten dieser Schutzmittel, die Dichogamie, d. h. die zeitliche Trennung der Narben- und Staubblatttätigkeit der Blüte, wurde gleichfalls schon von Sprengel gefunden:

„Im Sommer des vorher genannten Jahres (1790) entdeckte ich an dem *Epilobium angustifolium* L. etwas, worauf ich von selbst nie würde gefallen sein, nämlich daß . . . nicht jedes Individuum vermittelst seines eigenen Staubes befruchtet wird, sondern die ältern Blumen (Fig. 259, 5) vermittelst desjenigen Staubes, welchen die Insekten aus den jüngern Blumen (Fig. 259, 4) in dieselben schleppen. Diese Entdeckung verbreitete ein großes Licht über viele von meinen frühern Entdeckungen." — Später fand er, daß anderwärts „eine Einrichtung stattfindet, welche gerade das Gegenteil von der soeben angezeigten ist, daß nämlich diese Blumen von Insekten befruchtet werden, so, daß sie den Staub der ältern Blumen auf die Stigmate (Narben) der jüngern bringen. Ich sah nämlich, daß, sobald eine Blume aufgebrochen ist, zuerst die Stigmata aus derselben hervorkommen (Fig. 260, 4). Alsdann erst kommen die Staubgefäße eines nach dem andern aus der Blume zum Vorschein und die Antheren nehmen nun eben die Stelle ein, welche vorher die Stigmata eingenommen hatten (Fig. 260, 2 u. 3). Da es also zwey Arten von Dichogamie gibt, so müssen dieselben durch verschiedene Beywörter von einander unterschieden werden. Die zuerst entdeckte nenne ich die männlich-weibliche (protandrische), die zuletzt entdeckte die weiblich-männliche (protogyne) Dichogamie. Das Gegenteil der Dichogamie heißt Homogamie."

Es war kein Geringerer als Darwin, der Sprengels Andenken der Vergessenheit entriß. Er zeigte 1858, daß gewiße Schmetterlingsblüten, welche er durch Gazenetze vom Insektenbesuch abschloß, keine oder nur minderwertige Samen produzierten. Zu demselben Resultat war schon zu Lebzeiten Sprengels der Präsident der Londoner Gartenbaugesellschaft Andrew Knight gekommen, jedoch ohne endgültig beweisende Versuche angestellt und seine Erkenntnis sprachlich brauchbar formuliert zu haben. Dies letztere geschah 1859 in Darwins Hauptwerk „die Entstehung der Arten": „Kein organisches Wesen vermag sich eine unbegrenzte Zahl von Generationen hindurch durch Selbstbefruchtung zu erhalten, sondern es ist gelegentliche, wenn auch oft erst nach sehr langen Zwischenräumen erfolgende Kreuzung mit getrennten Individuen unerläßliche Bedingung für die dauernde Forterhaltung" (Knight-Darwinsches Gesetz)[1]):

---

[1]) Die Bedeutung dieses Gesetzes wird in neuester Zeit allerdings durch ganz vereinzelte Angaben über länger andauernde Selbstbefruchtung und durch die sich immer mehr häufenden Angaben über Samenbildung ohne Bestäubung eingeschränkt.

Der KNIGHT-DARWINsche Satz gibt uns nun auch den Grund dafür an, warum „es die Natur nicht haben will, daß irgend eine Blume durch ihren eigenen Staub befruchtet werde“!

In der Folge wurden nun, teils noch von SPRENGEL selbst, teils von seinen Nachfolgern HILDEBRAND, AXELL, DELPINO, den Brüdern FRITZ und HERMANN MÜLLER, KNUTH, LOEW, KIRCHNER, A. SCHULZ u. a. die sämtlichen Mittel, deren sich die Blüte zur Vermeidung der Selbstbestäubung bedient, immer genauer erforscht. Es mögen hier die wichtigsten genannt und durch Beispiele erläutert werden.

§ 2. Die Mittel zur Vermeidung der Selbstbestäubung.

1. **Diklinie.** Staubgefäße und Stempel in verschiedenen Blüten, alle Blüten sind also eingeschlechtig, Autogamie natürlich gänzlich ausgeschlossen.

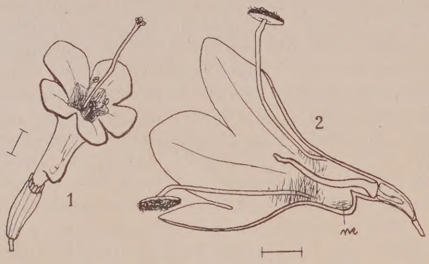


Fig. 258.

Blumeneinrichtungen zur Verhinderung der Selbstbestäubung.
1. Diklinie.

Valeriana tripteris L., 1. Blüte eines weiblichen, 2. diejenige eines männlichen Stockes. Nach der Natur von A. G. Die Striche deuten die Länge der Kronen an.

Wenn alle Blüten eines Stockes entweder nur männlich oder nur weiblich sind („zweihäusige“ Pflanze), so ist sogar die gegenseitige Bestäubung von Blüten desselben Stockes ausgeschlossen.

Beispiel der letzten Art: *Valeriana tripteris* L. (Fig. 258, 1 u. 2). Die erste Figur stellt eine Blüte eines weiblichen Stockes dieser Art dar mit verkümmerten, nie Pollen tragenden Staubgefäßen, die zweite Abbildung zeigt eine großhüllige Blüte des männlichen Stockes, deren Griffel und Fruchtknoten verkümmert sind, deren Narbe sogar ganz fehlt. (So in Graubünden, im Tirol kommen auch Blüten mit Staubgefäßen und Stempeln zugleich vor.)

2. **Dichogamie.** (Zeitliche Geschlechtertrennung). Blüten zwitterig, d. h. mit Staubgefäßen und Stempeln versehen, jedoch entwickeln sich die Fortpflanzungsorgane nicht gleichzeitig, sondern nacheinander, oft so sehr, daß ein „neutrales Zwischenstadium“ entsteht.
   a) **Protandrie.** („Vormännigkeit“, Staubgefäßvorreife). Die Staubgefäße öffnen sich gleich nach Beginn der Anthese (Blütezeit), wenn die Stempel

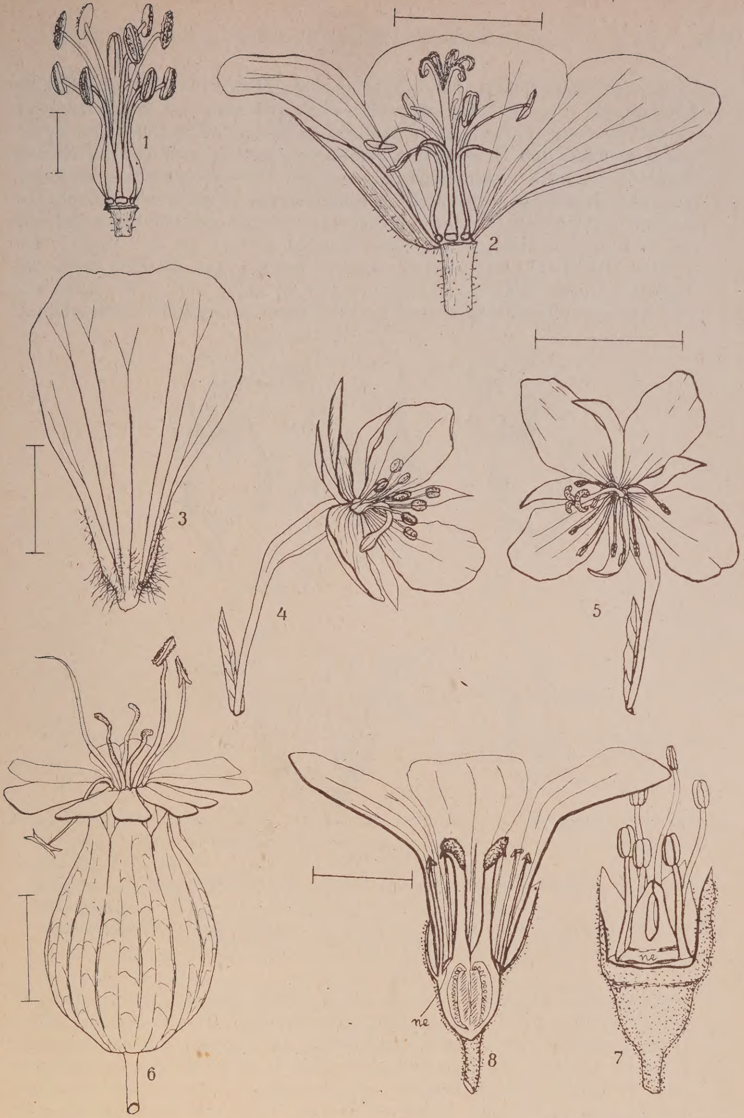


Fig. 259.

Blumeneinrichtungen zur Verhinderung der Selbstbestäubung.

2 a. Protandrische Dichogamie.

1. bis 3. *Geranium silvaticum* L., 4. und 5. *Epilobium angustifolium* L., 6. *Silene alpina* Thom., 7. und 8. *Saxifraga granulata* L. 1. bis 6. nach der Natur von A. G., 7. und 8. aus Verf. Beiträge zur Blütenbiologie der Cruciferen, Crassulaceen und der Gattung Saxifraga, Heft 58 der Bibliotheca Botanica. Die Striche geben die natürlichen Größen an.

noch ganz unentwickelt sind, vergl. auch oben Seite 103—105 und Fig. 32 (Alpenrose). Fig. 259, 1 u. 2 stellt *Geranium silvaticum* L. im ersten oder männlichen und im zweiten oder weiblichen Zustand, Fig. 259, 4 u. 5. *Epilobium angustifolium* L. im ersten männlichen und im zweiten, weiblichen Stadium dar. Im ersten Stadium sind die vier Narbenäste geschlossen und der Griffel ist nach unten gedreht, versperrt also den stäubenden Antheren keinen Platz. Diese stehen hier wie im vorigen Falle und wie bei den meisten dichogamen Blüten ziemlich g e n a u a n d e r S t e l l e, w o s p ä t e r d i e N a r b e n ä s t e h i n k o m m e n, damit genau dieselbe Stelle des Insektenkörpers in der jungen Blüte mit dem Staub und in der alten mit den Narbenpapillen in Berührung komme, damit also die Fremdbestäubung

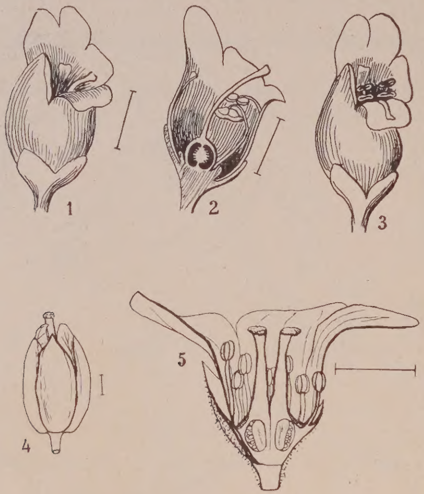


Fig. 260.

Blumeneinrichtungen zur Verhinderung der Selbstbestäubung.
2 b. Protogynische Dichogamie.

1. bis 3. *Scrofularia nodosa* L., 4. *Draba aizoides* L., 5. *Saxifraga Vandellii* Sternbg. 1. bis 3. nach Warming, 4. und 5. aus Verf., „Beiträge" usw.

gesichert sei. Fig. 259, 6. *Silene alpina* Thom. (*glareosa* Jord.), Beispiel einer schwächer protandrischen Blüte: die Griffel sind an ihren Enden schon etwas papillös, obwohl zwei Staubbeutel noch nicht ganz entleert sind. Fig. 259, 7. Blüte von *Saxifraga granulata* L. ohne die Krone im ersten oder Staubgefäßzustand. Fig. 259, 8. Längsschnitt durch die Blüte derselben Art im zweiten Stadium. Bei diesen Blüten öffnen sich die Kronblätter im zweiten Stadium nochmals stärker. Diese Erscheinung ist wiederum bei dichogamen Gewächsen sehr häufig. Da bei Beginn des zweiten Stadiums bei vielen Blüten die Kelchblätter hängend, die Blütenstiele nickend und die Farben ganz andere werden, so fallen die verschiedenen Blühstadien manchmal schon von weitem ins Auge. Man hat schon geglaubt, es hänge dies mit dem Farben- und Formensinn der besuchenden Insekten zusammen.

b) **Protogynie.** („Vorweibigkeit“, Narbenvorreife). Die Narben werden gewöhnlich lange vor dem Aufbrechen der Staubbeutel mit Papillen bedeckt, also empfängnisfähig. Fig. 260, 1 u. 2. *Scrofularia nodosa* L. im ersten, weiblichen, 3 im zweiten männlichen Zustand. Fig. 260, 4 Knospe von *Droba aïzoides* L. mit bereits herausragendem Griffel und papillöser Narbe. Fig. 260, 5. Längsschnitt durch eine junge Blüte von *Saxifraga Vandellii* Sternb.

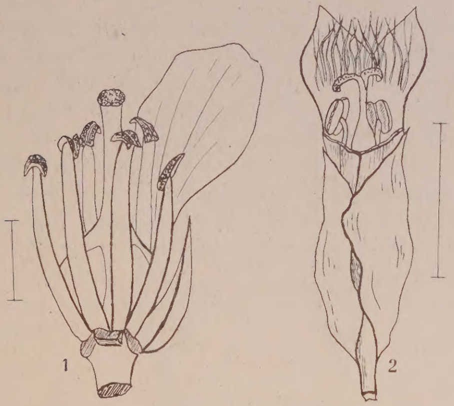


Fig. 261.

Blumeneinrichtungen zur Verhinderung der Selbstbestäubung.
3. Herkogamie.

1. *Biscutella laevigata* L., 2. *Gentiana campestris* L. 2. nach der Natur von A. G., 1. aus einem Aufsatz des Verf. in der schweiz. Lehrerzeitung 1906 (s. unten).

3. **Herkogamie** (Räumliche Geschlechtertrennung, Bezeichnung von Axell). Zwitterige Blüten, Staubgefäße und Stempel gleichzeitig entwickelt, aber in der Blüte räumlich so getrennt, daß Bestäubung mit dem eigenen Pollen unmöglich ist. Fig. 261, 1. Blüte von *Biscutella laevigata* L., Blütenhülle größtenteils entfernt. Der Griffel überragt die Narbe, Fig. 261, 2. *Gentiana campestris* L., Blüte von außen, die zwei vordern Kronblätter und zwei Staubgefäße entfernt, vergl. u. a. auch oben Seite 138 und Fig. 48 (Schneeheide).

4. **Heterostylie** (Verschiedengriffligkeit, Gegensatz: Homostylie). Das Längenverhältnis von Griffel und Staubgefäßen ist an Stöcken derselben Art verschieden und zwar existieren beim **Dimorphismus** zwei Arten von Stöcken, solche mit langgriffligen Blumen, die aber kurze Staubgefäße besitzen und solche mit kurzgriffligen Blumen, deren Staubgefäße dieselbe Länge haben, wie die Griffel der erstern. Hierdurch ist sogar gegenseitige Bestäubung der Blüten eines Stockes oder Nachbarbestäubung (Geitonogamie[1]) ausgeschlossen Fig. 262, 1 eine langgrifflige, Fig. 262, 2 eine kurzgrifflige Blüte von *Primula viscosa* All. Geht das Insekt (Schmetterling, seltener Hummel) in

[1] Dieser-Begriff stammt von Kerner, dessen glänzend geschriebenes populäres „Pflanzenleben“ sehr viele blütenbiologische Beschreibungen gibt.

die erste Blüte, so wird der untere Teil seines Saugrüssels bestäubt, besucht es nachher die andere, kurzgriffl ige, so wird jener Staub hier an der Narbe abgestreift und der Rüssel wird dabei oben mit neuem Staub belegt usf. Die Kreuzung geschieht demnach in der Richtung der eingetragenen Pfeile. Unter den beiden Blumen sind je die zugehörigen Narbenpapillen und Pollenkörner dargestellt: die langgriffl ige Form hat starke Papillen und kleine Blütenstaubkörner, die kurzgriffl ige besitzt die für diese letztern

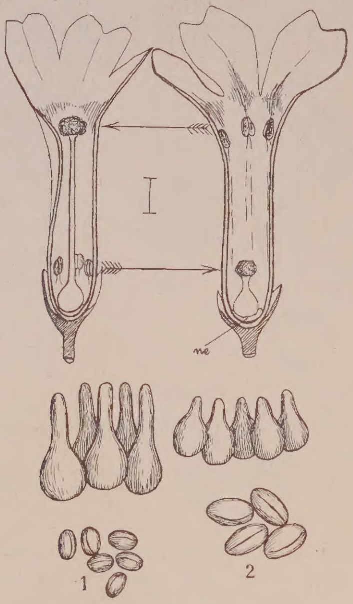


Fig. 262.

Blumeneinrichtungen zur Verhinderung der Selbstbestäubung.
4. (Dimorphe) Heterostylie.

Primula viscosa All., nach der Natur von A. G.

passenden kleinen Narbenpapillen und dafür große Pollenkörner, die an die starken Narbenhaare der langgriffligen Blume „angepaßt“ sind: ein weiterer wunderbarer Schutz vor Autogamie, die sonst wenigstens in der kurzgriffligen Blume durch Pollenfall und in beiden etwa auch „indirekt“, d. h. beim Insektenbesuch, möglich wäre. Außer bei den *Primulaceen* ist der Dimorphismus noch besonders auffallend entwickelt beim Lungenkraut (Gattung *Pulmonaria*) und bei den Gattungen *Linum* und *Oxalis*. Bei der **trimorphen Heterostylie** existieren drei Arten von Stöcken, also auch drei Längenverhältnisse von Griffeln und Staubgefäßen. Hierher besonders der Weiderich (*Lythrum salicaria* L., Untersuchungen von Darwin) sowie Arten der

Gattung *Oxalis*. Beim **Polymorphismus** existieren viele Arten von Stöcken. Selten.

Ein noch viel vollkommeneres Mittel zur Vermeidung von Selbstbefruchtung, eine wahrhaft wunderbare Einrichtung ist die **Selbststerilität:** Manche Pflanzen geben mit eigenem Staub belegt nicht einmal kümmerliche, sondern gar keine Früchte mehr. Viele Schmetterlingsblütler. Ein vollständiges Verzeichnis dieser Gewächse findet der Leser im Einleitungsband von Knuths Handbuch, Seite 42.

Die **Autogamie oder Selbstbestäubung** wird im allgemeinen von der Pflanze nur als letztes Mittel, um überhaupt noch befruchtet zu werden, verwendet (vergl. viertes Kapitel). Sie ist jedoch im Reiche der Pflanzen doch noch sehr verbreitet, wie uns die Zahlentafeln weiter unten zeigen werden. Die Lebensverhältnisse berauben eben die Pflanze sehr oft der Möglichkeit, sich mit fremden Pollen zu bestäuben.

Es gibt auch eine beschränkte Anzahl sogenannter **kleistogamer** Blumen. Dies sind Pflanzen, die sich in immer geschlossen bleibender Blüte durch meist genau abgemessene Bewegungen der Staubgefäße und Stempel selber bestäuben. (Arten von *Viola, Oxalis, Impatiens, Lamium;* meistens kommen auch an demselben Stocke noch Blüten mit Fremdbestäubung vor.)

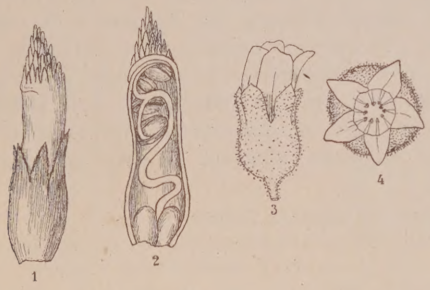


Fig. 263.

Kleistogamie.

1. und 2. *Lamium amplexicaule* L., 3. und 4. *Saxifraga tridactylides* L. 1. und 2. nach Hildebrand, 3. und 4. aus Verf., „Beiträge" usw.

Fig. 263, 1 u. 2 stellen die kleistogame (Herbst-) Blüte von *Lamium amplexicaule* L. von außen und im Längsschnitt dar. Die Staubkörner treiben in der stets geschlossen bleibender Blüte Pollenschläuche in den Fruchtknoten hinein. (Hildebrand.) Fig. 263, 3 u. 4. *Saxifraga tridactylites* L., bildet einen Übergang zur Kleistogamie. Die Blüten öffnen sich nämlich nur kurze Zeit und auch dann nur ganz schwach und bestäuben sich durch bestimmte Bewegungen der Fortpflanzungsorgane selbst. Überdies ein Beispiel einer Blüte, die auf äußere Einflüsse (Alpenklima, s. IV. Kapitel) ihre Einrichtungen stark abändert. H. Müller beschreibt sie als schwach protogyn, Sprengel als sehr stark, andere als schwächer protandrisch, nach des Verf. Beobachtungen bestäubt sie sich stets selbst und ist darum beinahe homogam (schwach protogyn).

§ 3. Die Blumenkategorien.

Der Begründer und bis zum heutigen Tage erfolgreichste Förderer der modernen Blütenbiologie wurde Hermann Müller in Lippstadt i. W. „In Hermann Müller vereinigten sich in seltener Weise das Beobachtungsgeschick, der Fleiß und der Erkenntnistrieb des wissenschaftlichen Forschers mit der Darstellungskraft des glänzenden Schriftstellers und der verständlichen Ausdrucksweise des Jugendlehrers.“ (Loew.)[1])

Das erste Werk, das Müller 1873 der Wissenschaft schenkte, ist betitelt: „Die Befruchtung der Blumen durch Insekten“ und enthält die Beschreibungen der Blüteneinrichtungen von 386 Arten des Tieflandes. Schon 8 Jahre später erschienen die „Alpenblumen“, genauer: „Die Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben.“ Dies ist die eigentliche Lebensarbeit Müllers, die auch seine wissenschaftliche Weltanschauung in klarster Form darstellt. Das Buch enthält durch vorzügliche Figuren verdeutlichte Beschreibungen von 422 Arten, die in den Alpen vorkommen.

Auch abgesehen von seinen vielen Einzelbeschreibungen hat sich Müller nach mancher Richtung hin Verdienste um unseren Wissenszweig erworben. Nennen wir zunächst seine Einteilung der sämtlichen Blumenformen in sog. **Kategorien** je nach ihrer Größe und Form, nach der Länge ihrer Kronröhre, also dem Grade ihrer Honigbergung, nach ihrer Farbe, ihrem Duft usw. Im nachfolgenden seien Müllers Blumenkategorien kurz vorgeführt, allerdings teilweise mit später abgeänderten Bezeichnungen.

I. Nicht von Insekten besuchte Blüten.

1. **Windblütler.** Honig und Blütenfarbe fehlen, nur ganz ausnahmsweise Insektenbesuch. Beispiele: Zwergwacholder, Bergföhre, Alpenerle.
2. **Wasserblütler** (Bezeichnung von Delpino). Die Bestäubung findet im Wasser statt. Wenige Wasserpflanzen.

II. Insektenblütler (Delpino), richtige „Blumen“, d. h. Blüten, welche durch besondere Anlockungsmittel, Farbe, Duft und Nektar, auf die Insekten einwirken.

1. **Pollenblumen** (Abkürzung **Po**). Der reichlich vorhandene klebrige Pollen dient als Anlockungsmittel und wird gefressen, Honig fehlt. Beispiele: *Anemone alpina* L., *Papaver alpinum* L.
2. **Nektarblumen** (Knuth, **Ne**). Als Anlockungsmittel dient der Honig oder Nektar, der von den Honigdrüsen oder Nektarien abgesondert wird und sich in den „Safthaltern“, Honigsäcken, Honigspornen, sammelt. Der Nektar wird durch zahlreiche, oft äußerst sinnvolle Vorrichtungen

---

[1] Für Einzelheiten aus Müllers Leben und Arbeiten lese man die Broschüre von E. Krause, einem Schüler Müllers: „Hermann Müller von Lippstadt“, ein Gedenkblatt, Lippstadt 1884.

(„Saftdecken“ Sprengels) geschützt vor Regen und insbesondere vor Entnahme durch „unberufene Gäste“ (Kerner), d. h. ungeflügelte oder zu kleine Insekten, welche den Staub verlieren bzw. die Narben und Antheren nicht berühren. In der Fig. 264, 1 ist eine Blüte von *Lonicera alpigena* L. im Längsschnitt dargestellt. Staubfäden und Unterlippe besitzen eine dichte Be-

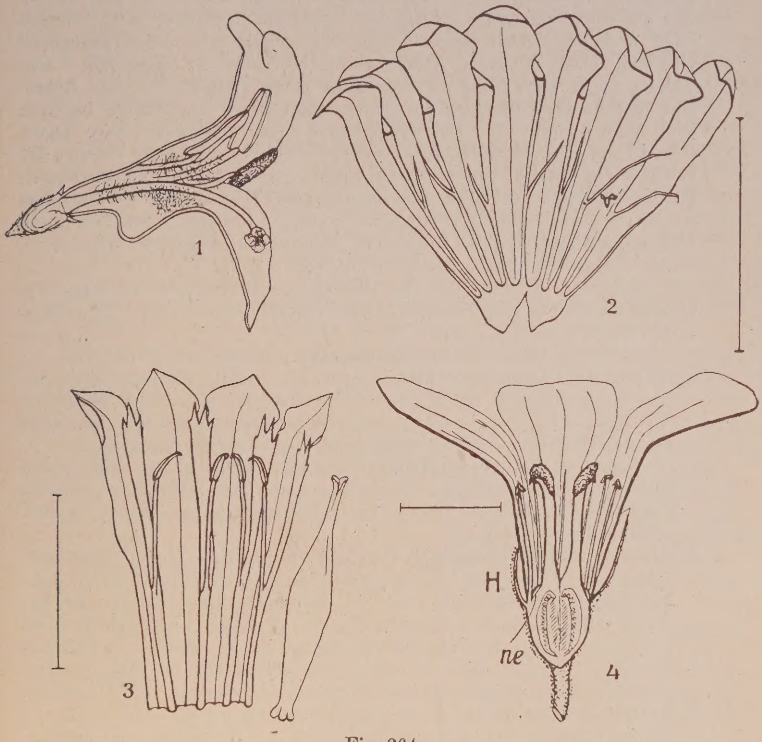


Fig. 264.

„Safthalter“, „Saftdecken“ (Sprengel), „Schutzmittel gegen unberufene Gäste“ (Kerner), Saftmale.

1. *Lonicera alpigena* L., 2. *Gentiana purpurea* L., 3. *Gentiana cruciata* L., 4. *Saxifraga granulata* L. 1. bis 3. nach der Natur von A. G., 4. aus Verf., „Beiträge“ usw.

haarung, die nur den feinen Saugrüssel größerer Insekten (immer Wespen), nicht aber den ganzen Körper kleinerer durchdringen lassen. Der Safthalter birgt sehr viel Nektar. Man vergl. auch Fig. 258, 2, eine großhüllige männliche Einzelblüte von *Valeriana tripteris* L. darstellend. Fig. 264, 2 stellt die Blüte von *Gentiana purpurea* L. von innen, Fig. 264, 3 diejenige von *Gentiana cruciata* L. samt zugehörigem Stempel dar. Beide Blumen sind vor zu kleinen Insekten dadurch geschützt, daß die Filamente beträchtlich über

dem Grunde der Kronröhre festgewachsen sind. Da die Staubfäden unten dem Stempel dicht anliegen, so entstehen zwischen ihnen Röhren, die innen vom Stempel, außen von der Kronwand und seitlich von den Filamenten begrenzt sind. Diese engen Röhren gewähren zudem noch einen weiteren Vorteil: das Insekt (Hummel) muß seinen Saugrüssel mehrmals in die Blüte einführen und streicht so seinen borstigen Körper sehr gründlich an Antheren und Narbe herum („Revolverblüten"). Da, wo der nur auf einer Seite stark entwickelte Kelch die Kronröhre nicht bedeckt, sieht man oft Löcher (Fig. 264, 2). Sie rühren von „honigraubenden" Hummeln her. Die Haare von *Gentiana campestris* L. (Figg. 261, 2 und 266, 14) haben wohl mehr die Bedeutung einer „Saftdecke" gegen Regen. Ein sehr häufig vorkommendes Schutzmittel gegen kurzrüßlige Insekten sind lange Kronröhren. Der aufgeblasene Kelch von *Silene alpina* Thom. (Fig. 259, 6) und *Pedicularis vericillata* L., sowie der anliegende lederige der Gattung *Dianthus* dienen als Schutzmittel gegen den bereits erwähnten Honigraub durch Anbeißen der Kronen durch Hummeln, der besonders in den Alpen sehr häufig vorkommt. Flügellose Insekten werden oft durch Drüsenhaare an Kelch und Blütenstiel, die einen klebrigen Saft absondern, ferngehalten (Figg. 259, 2, 7 u. 8, 260, 5, 263, 3 u. 4, 264, 4 u. a.).

Anderseits wird jedoch den eigentlichen Bestäubern die Lage des Honigs durch bunte „Saftmale", Striche, Flecken usw. (vergl. Fig. 264, 4, *Saxifraga granulata* L.) angezeigt.

H. Müller teilte nun die Nektarblumen in folgender Weise ein:

a) **Allgemein zugängliche Blumen, A.** „mit völlig offenliegendem, unmittelbar sichtbarem, frei abgesondertem Honig".[1]) Fig. 265, 1. *Saxifraga aphylla* Sternbg. von oben, Fig. 265, 2 im Längsschnitt. Der Nektar wird von der Oberfläche des unterständigen Fruchtknotens abgesondert.

b) **Blumen mit teilweiser Honigbergung, AB.** Nektar nur „unter günstigen Umständen", d. h. wenn Krone und Filamente ganz gespreizt, sichtbar. Fig. 265, 3. Die (protogyne) Blüte von *Saxifraga Vandellii* Sternbg. im Längsschnitt.

c) **Blumen mit vollständiger Honigbergung, B.** „Honig durch vorspringende Blütenteile, Haare, Schuppen usw. verdeckt oder in Einbuchtungen („Safthaltern") geborgen, bleibt daher den Blicken der Besucher stets vollständig entzogen." Fig. 265, 4 Längsschnitt durch die Blüte von *Sempervivum Wulfenii* Hoppe zu Beginn des zweiten, weiblichen Zustandes. Obwohl die Blüte ganz offen, so sind doch die unter den vorgewölbten Stempeln geborgenen Nektarien dem Besucher nicht sichtbar.

d) **Blumengesellschaften, B′.** Honigbergung wie bei **B.** „Blüten aber zu dichten Infloreszenzen vereinigt". Fig. 265, 5. Einzelblüte von *Scabiosa lucida Vill.*, ziemlich der Mitte des Köpfchens entnommen. Die Blüte befindet sich im Beginn des ersten oder männlichen Zustandes, Griffel noch kurz, Narbe (na) unentwickelt. Fig. 265, 6. Randblüte aus demselben Köpfchen, stärker protandrisch, Nektar durch die enge, innen behaarte Kronröhre besser geschützt. Die nach außen stärker entwickelten Kronen der Randblüten bilden den „Schauapparat" des ganzen Köpfchens.[2])

---

[1]) Nachfolgende Zitate nach H. Müller.

[2]) Über die sehr weitgehenden Unterschiede in Bau, Größe, Honigbergung, Dichogamie usw. zwischen den einzelnen Blüten des Köpfchens der Dipsaceen vergl. man Verf. Beiträge zur Blütenbiologie der Dipsaceen, „Flora", Band 93, Heft 3, 1904.

Fig. 265, 7. Scheibenblütchen von *Aster alpinus* L. im ersten oder männlichen Zustand. Bei den Kompositen wird der Blütenstaub durch die steifen Haare des Griffels, indem der letztere weiterwächst, aus der Staubbeutelröhre herausgebürstet und erst nachdem ihn die Insekten hier weggeholt haben, breiten sich die beiden Narbenäste aus und bilden auf ihrer Innenfläche die Papillen. In Fig. 265, 8 ist das weibliche Stadium einer Scheibenblüte von *Senecio doronicum* L. dargestellt.

e) **Fliegen- oder Dipterenblumen, D.** Diese locken durch Fäulnisdüfte, weißliche und Schmutzfarben, Punktierungen usw., die zur Bestäubung wenig geschickten „dummen" Fliegen an und haben darum meist offenen, seltener halb oder ganz geborgenen Honig. Je nach dem Grade ihrer Nektarbergung werden sie von H. Müller manchmal in die drei letzten Kategorien einbezogen, weshalb sie auch in unseren Zahlenübersichten (s. Seite 695 u. 703) fehlen werden. Fig. 265, 9. u. 10 stellen die protandrische Blüte von *Saxifraga aizoides* L. in den beiden Stadien dar. Die Blüten sind meist fahlgelb, oft aber auch orange bis tief rot gefärbt, ohne daß sich bis jetzt eine Gesetzmäßigkeit im Auftreten dieser Farben hätte nachweisen lassen (Bastardierungen? chemische Bodeneinflüsse?). Die dunklern Punkte auf den Kronblättern faßt Müller als besonders geeignet zum Anlocken von Fliegen auf. Ich fand auch stets diese Art ganz vorwiegend von Fliegen besucht. Der Nektar sammelt sich in Tröpfchen auf der Oberfläche des Fruchtknotens an.

f) **Bienen- oder Hymenopterenblumen, H.** Blumen mit ausgesprochenen, oft dunkeln Farben. Sie werden von Knuth je nach ihrem vorwaltenden Besucherkreis eingeteilt in

α) **Eigentliche Bienenblumen, Hb**, durch langrüßlige Bienen bestäubt. Blau wiegt vor. Fig. 266, 17 u. 18. *Viola tricolor* L. *alpestris* D. C., 17 Längsschnitt, 18 Griffel und Narbe vergrößert. Diese sinnreiche Blüteneinrichtung ist schon seit Sprengel bekannt. Die Staubbeutel bilden mit ihren dürr-häutigen Endfortsätzen einen Hohlkegel, der den Griffel umschließt. In diesen wird der Blumenstaub zunächst entleert. Die Narbe ragt aus dem Kegel hervor und verschließt den Eingang zur Blüte, so daß nur langrüßlige Insekten Honig entnehmen können. Der Besucher stößt nun auf die Narbe und hebt sie etwas. Dadurch öffnet sich der beschriebene Hohlkegel und der Staub fällt auf den Insektenkopf und auch in den „Pollenkanal" auf dem untern Kronblatt. Hier wird er durch zu beiden Seiten dachartig stehende Haarreihen festgehalten und bei spätern Besuchen abgeholt. Der Kanal dient zugleich zur Führung des Insektenrüssels zum Honigsporn. Der Nektar wird von Fortsätzen der beiden unteren Staubblätter abgesondert und in den Sporn hinein entleert. Am untern Ende des Narbenknopfes befindet sich die Befruchtungsöffnung und darunter eine lippenförmige biegsame Klappe, welche verhindert, daß der aus dem Sporn zurückgezogene Insektenrüssel die Narbe mit eigenem Pollen belegt. Die beiden seitlichen Kronblätter, von denen in der Figur nur eines sichtbar ist, tragen Haarbüschel zum Schutz des Blumenstaubes gegen Regen. Während die beschriebene Pflanze außer von langrüßligen Bienen auch etwa von Faltern besucht wird, so ist die in Fig. 266, 11 u. 12 dargestellte *Hippocrepis comosa* L. eine reine Bienenblume. 11 stellt die Blüte von außen, 12 das Schiffchen allein dar. Letzteres ist durchsichtig gedacht, so daß der ganze Bestäubungsapparat sichtbar

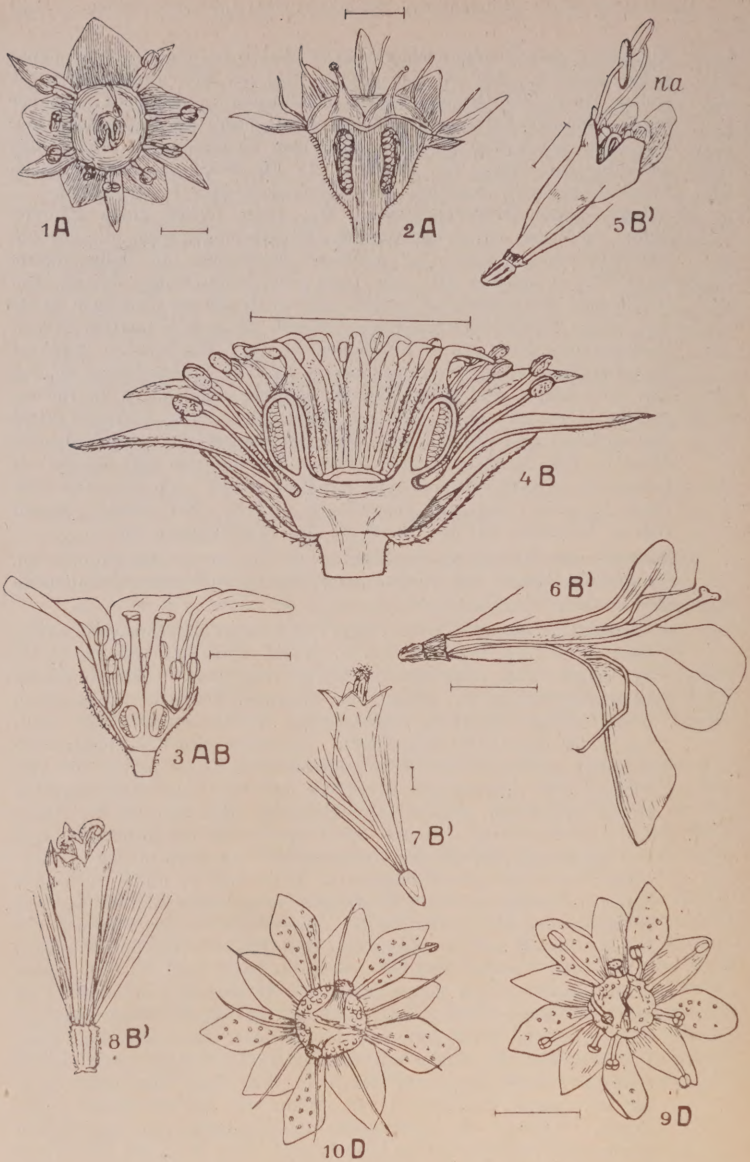


Fig. 265.

Die Blumenkategorien der Nektarblumen.

1. und 2. *Saxifraga aphylla* Sternbg., 3. *Saxifraga Vandellii* Sternbg., 4. *Sempervivum Wulfenii* Hoppe, 5. und 6. *Scabiosa lucida* Vill., 7. *Aster alpinus* L., 8. *Senecio doronicum* L., 9. und 10. *Saxifraga aizoides* L. 1. u. 2. nach H. Müller, 3. u. 4. aus Verf., „Beiträge usw.", 5., 6., 7., 8., 9. u. 10. nach der Natur von A. G. Die beigesetzten Buchstaben geben an, zu welcher Blumenkategorie die betreffende Art gehört.

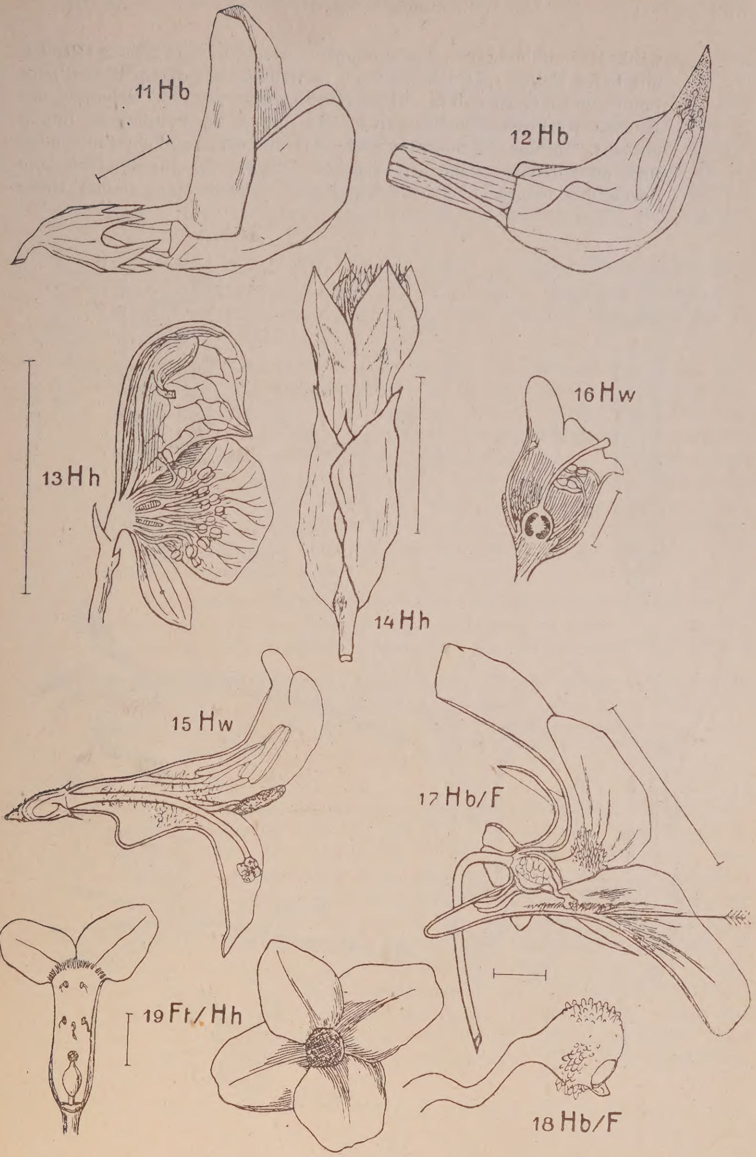


Fig. 266.

Die Blumenkategorien der Nektarblumen. (Forts.)

11. und 12. *Hippocrepis camosa* L., 13. *Aconitum Nappellus* L., 14. *Gentiana campestris* L., 15. *Lonicera alpigena* L., 16. *Scrofularia nodosa* L., 17. und 18. *Viola tricolor* L., *alpestris* DC., 19. *Daphne mezereum* L. 11., 12., 14., 15., 17., 18. nach der Natur von A. G., 13. u. 16. nach WARMING, 19. nach H. MÜLLER.

wird. Bienenblume mit „Nudelpumpeneinrichtung". Die Flügel greifen mit tiefen Falten („Druckknöpfen") in tiefe Säcke („Knopflöcher") des Schiffchens ein, so daß der Blüteneingang sehr eng ist. Schon in der Knospe wird der Blumenstaub in die Spitze des Schiffchens hinein entleert. Infolge des Schweredrucks des auf dem Schiffchen sitzenden und nach Honig suchenden Insekts dringen die Staubgefäße, die durch den eingeschobenen Stempel sehr versteift sind, immer tiefer

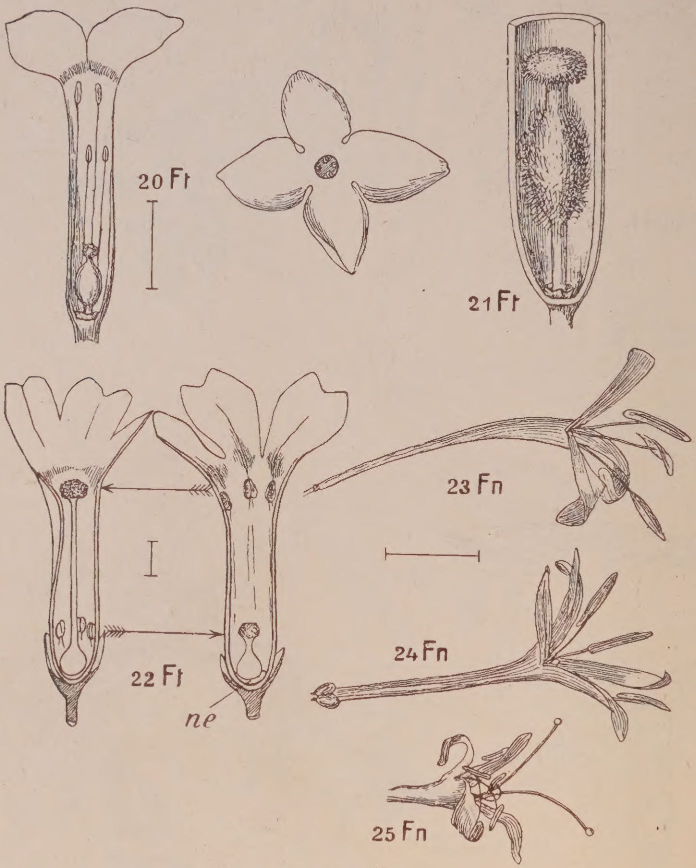


Fig. 267.

Die Blumenkategorien der Nektarblumen (Forts.).

20. *Daphne striata* Tratt., 21. *Daphne Blagayana* Fryer, 22. *Primula viscosa* All., 23 bis 25. *Asperula taurina* L. 20. und 23. bis 25. nach H. Müller, 21. nach Kerner, 22. nach der Natur von A. G.

in die Schiffchenspitze hinein, wobei eine entsprechende Menge Pollen portionsweise oben aus der Öffnung des Schiffchens hervor und an die Unterseite des Insekts tritt. Selbstbestäubung durch den die Narbe umgebenden Blütenstaub ist ausgeschlossen, da die Narbenpapillen, um empfängnis fähig zu werden, zerrieben werden müssen. (Viele andere Schmetterlingsblütler sind übrigens selbststeril, Hildebrand, Fruhwirt, Kirchner). Kleine Insekten vermögen natürlich wegen ihres geringen Körpergewichts den beschriebenen Mechanismus nicht auszulösen.

β) **Hummelblumen, Hh.** Honig tiefer geborgen, Blumenform dem Hummelkörper meist angepaßt, Fig. 266, 13 *Aconitum Napellus* L. Fig. 266, 14. *Gentiana campestris* L. wird ebenfalls hauptsächlich von Hummeln bestäubt.

γ) **Wespenblumen, Hw,** weniger häufig. Sie zeichnen sich durch sehr reichlichen Nektarvorrat und oft durch rötlichbraune oder Schmutzfarben aus. Fig. 266, 15. *Lonicera alpigena* L., Blüte längsgeschnitten. Anflugstelle ist die aus einem breiten Kronblatt bestehende Unterlippe. Wenn der Bestäuber zum Honigsporn, der genau die Größe eines Wespenkopfes besitzt, vordringt, so berührt er mit einer Körperseite die Narbe, mit der andern die stäubenden Flächen der Antheren Fig. 266, 16. *Scrofularia nodosa* L. wird ausschließlich von Wespen bestäubt und zeigt auch die für den Wespenkörper richtigen Ausmaße (Durchmesser 5 mm).

Die meisten Hymenopteren- oder Bienenblumen sind komplizierte Mechanismen, die nur wenigen Hymenopteren, oft sogar nur einer einzigen Art den Zutritt gestatten, also sehr „einseitig angepaßt“ sind (Loew).

g) **Falter (inkl. Schwärmer-) blumen, F.** Blumen mit ausgesprochenen, sehr oft hellen, z. B. roten Farben und langen engen Kronröhren oder Honigspornen, die alle andern Insekten als „unberufene Gäste“ vom Besuche ausschließen.

Sie werden eingeteilt in:

α) **Tagfalterblumen, Ft,** die lebhaft bis grell gefärbt sind. Einen Übergang zu diesen stellt die Fig. 266, 17 u. 18 gezeichnete *Viola tricolor* L. *alpestris* D. C. dar, ebenso Fig. 266, 19 *Daphne Mezereum* L., eine von Fliegen, Bienen und Faltern besuchte Blume. Fig. 267, 20 *Daphne striata* Tratt. ist eine reine Falterblume. In Fig. 267, 21 ist noch der untere Teil der Blüte von *Daphne Blagayana* Fryer stärker vergrößert dargestellt. Die Haare am Fruchtknoten dieser Pflanzen sind ein weiteres Schutzmittel gegen „unberufene Gäste“. Fig. 267, 22 *Primula viscosa* All. Die Kronröhre ist so eng, daß zwischen ihr und der Narbe ein Zwischenraum von kaum $^1/_2$ mm bleibt, so daß nur ein Falterrüssel auf normalem Weg bis zum Honig vordringen kann und dabei Narbe und Antheren berühren muß. Die nötige Rüssellänge ist 12—14 mm.

β) **Nachtfalterblumen, Fn.** Sie sind mit noch längern Kronröhren versehen und duften am Abend sehr stark. Ihre Farben sind blasse, nur in der Dämmerung gut sichtbare Töne. Fig. 267, 23—25. *Asperula taurina* L. Die Pflanze ist andromonöcisch: auf einem Stock stehen rein männliche (23) sowie stark protandrische Zwitterblumen (die beiden Stadien derselben sind in 24 und 25 dargestellt).

§ 4. Alpine Blumen-Geographie.

Müller selbst war es noch vergönnt, durch Anwendung seiner Blumenkategorien einen neuen blütenbiologischen Wissenszweig zu begründen, die sog. blütenbiologische Statistik oder Blumengeographie. Diese Disziplin will zunächst die Anteilnahme der verschiedenen Blumenkategorien an der Zusammensetzung der Flora eines bestimmten Gebietes zahlenmäßig feststellen; denn hieraus können, wie wir später sehen werden, sichere und weittragende Schlüsse gezogen werden.

Gehen wir nun auf die Resultate der Blumengeographie für das uns speziell interessierende Gebiet der Alpen näher ein.

Von den 422 in Müllers „Alpenblumen“ beschriebenen, die alpine Region bewohnenden Arten gehören nur etwa 200 auch in pflanzengeographischem Sinne der alpinen Flora[1]) an, die anderen sind in die alpine Region eingewanderte Tieflandspflanzen. Wir werden daher für unsere Schlüsse meist nur jene 200 Arten gebrauchen können. Dazu kommen dann noch blütenbiologische Angaben über eigentliche Alpenpflanzen von Ricca, Kerner, Schulz, Mac Leod, Kirchner, Schröter, Chodat, Dalla Torre, Keller, Schulthess-Rechberg, Frei, Briquet, Fisch und dem Verfasser.

Noch sind kaum die Hälfte der sämtlichen alpinen Pflanzen der Alpenkette blütenbiologisch bekannt. Wäre Hermann Müller der Wissenschaft nicht so früh entrissen worden (am 25. August 1883 in Prad am Fuße des Ortler während einer Alpenreise), so hätten wir in den letzten zwei Jahrzehnten in der blütenbiologischen Erforschung der Alpen gewiß größere Fortschritte gemacht, als dies tatsächlich geschehen ist. Während auf andern Wissensgebieten die Alpenbewohner die Eigenartigkeit ihres Landes in hervorragender Weise wissenschaftlich ausgenutzt haben, sind sie in der blütenbiologischen Erforschung ihres doch so reichen und so vielen interessanten Abänderungen unterworfenen Materials noch verhältnismäßig wenig vorgeschritten. Ziehen wir jedoch auf Grund der genau beschriebenen Arten Schlüsse auf die blütenbiologisch noch nicht bekannten, aber ähnlich gebauten verwandten Pflanzen, so erhalten wir immerhin ein ziemlich genaues Bild von der Beteiligung der verschiedenen Müllerschen Blumenkategorien am Aufbau der Flora der Alpen. Es erweisen sich als

windblütig	109	Arten =	16 %	der sämtlichen Arten
insektenblütig	590	„ =	84 %	„ „ „
Summe	699	Arten =	100 %	der sämtlichen Arten.

[1]) Im Sinne von Christ, vergl. Tabelle I Seite 8 dieses Werkes.

Davon gehören in die Kategorien

Po	15	Arten =	2,5 %	der insektenblütigen Arten		
A	74	„ =	12,5 „	„	„	„
AB	137	„ =	23,3 „	„	„	„
B	78	„ =	13,2 „	„	„	„
B′	116	„ =	19,7 „	„	„	„
H	120	„ =	20,3 „	„	„	„
F	50	„ =	8,5 „	„	„	„
Summa	590	Arten =	100 %	der insektenblütigen Arten.		

Loew führte später („Einleitung“) eine neue Bezeichnungsweise für die Blumenkategorien ein. Er faßte die Kategorien A und AB zusammen unter dem Namen „**allotrope**“ Blüten, womit er sagen will, diese Blüten seien noch allseitig, d. h. nicht an einen speziellen Besucherkreis angepaßt. Ebenso vereinigte er die Kategorien B und B′ zur **Klasse** der „**hemitropen**“ oder halbangepaßten und die Kategorien H und F zur Klasse der einseitig angepaßten oder „**eutropen**“ Blumen (die Pollenblumen gehören je nach dem Grad der Anpassung in eine der drei Klassen). Legen wir unserer Übersicht diese Einteilung zugrunde, so sieht sie erheblich einfacher aus. Es erweisen sich nämlich alsdann von den 590 insektenblütigen Arten der Alpenflora als

allotrop	226	Arten =	38,3 %	der insektenblütigen Arten		
hemitrop	194	„ =	32,9 „	„	„	„
eutrop	170	„ =	28,8 „	„	„	„
Summa	590	Arten =	100 %	der insektenblütigen Arten.		

„Im allgemeinen herrscht somit unter den alpinen Insektenblumen annäherndes Zahlengleichgewicht zwischen den drei Hauptklassen (38 : 33 : 29); hierbei sind jedoch die niedrigsten Blumenformen am zahlreichsten und die Bienen- und Falterblumen in der Minderzahl, während die hemitropen Blumen auch der Zahl nach die Mitte halten.“[1])

Die folgende von Loew herrührende Übersicht zeigt uns in gleicher Weise die Zusammensetzung der Flora des mitteleuropäischen Tieflandes, welches Gebiet blütenbiologisch schon sehr gründlich erforscht ist. Es sind dort

windblütig	271	Arten
insektenblütig	981	Arten

und zwar

allotrop	335	Arten =	34,2 %	der Insektenblütler	
hemitrop	254	„ =	25,9 „	„	„
eutrop	392	„ =	39,9 „	„	„
Summa	981	Arten =	100 %	der Insektenblütler.	

[1]) Loew, Blütenbiologische Floristik, Stuttgart 1894.

Aus dem Vergleich der beiden Zusammenstellungen ergibt sich, daß die Ebenenflora verhältnismäßig reich ist an eutropen Blumen, daß dagegen in den Alpen die niedrigen allotropen Blumen überwiegen. Dasselbe können wir beobachten, wenn wir die Flora eines anderen Gebirges, z. B. des Kaukasus mit derjenigen des Tieflandes vergleichen. Aus einem pflanzengeographischen Werk über jene Gegend von RADDE[1]) habe ich, allerdings nur mit annähernder Genauigkeit ermittelt, daß die Hochgebirgsflora dort zusammengesesetzt ist aus

Windblütlern	111	Arten
Insektenblütlern	921	„

Von den letzteren sind

allotrop	337 Arten	=	36,6 %	der Insektenblütler
hemitrop	306 „	=	33,2 „	„ „
eutrop	278 „	=	30,2 „	„ „
Summa	921 Arten	=	100 %	der Insektenblütler.

Die 261 von MAC LEOD[2]) in den Pyrenäen blütenbiologisch untersuchten insektenblütigen Arten verteilen sich in der nachfolgend angegebenen Weise auf die drei LOEWschen Blumenklassen:

allotrop	91 Arten	=	35,0 %	der insektenblütigen Arten
hemitrop	85 „	=	32,5 „	„ „ „
eutrop	85 „	=	32,5 „	„ „ „
Summa	261 Arten	=	100 %	der insektenblütigen Arten.

Stellen wir zum späteren Gebrauch die letzten Resultate nochmals in Prozentzahlen, bezogen auf die Gesamtzahl der Insektenblütler, zusammen:

	Europäisches Tiefland	Alpen	Kaukasus	Pyrenäen
allotrop	34,2	38,3	36,6	34,9
hemitrop	25,9	32,9	33,2	32,5
eutrop	39,9	28,8	30,2	32,5

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß in den Floren des Kaukasus und der Alpen nur die über 2000 m wohnenden resp. heimischen Arten mitgerechnet sind, während MAC LEODS Beobachtungen in den Pyrenäen auch tiefer (bis 1000 m) ausgeführt wurden.

[1]) RADDE, Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Kaukasusländern. Leipzig 1899 (III. Band der „Vegetation der Erde“, von ENGLER-DRUDE).

[2]) Bezüglich der eigentlichen Quellenliteratur wird hiermit auf das Literaturverzeichnis im ersten Band von KNUTHS Handbuch verwiesen. Hier werden in Fußnoten immer nur die allgemein einführenden Werke und im übrigen nur die Autornamen genannt.

Es besteht somit zwar in allen drei Gebirgsfloren annäherndes Gleichgewicht zwischen den drei Loewschen Klassen, doch finden wir beim Vergleich mit dem Tiefland die schon bei der Alpenflora konstatierte Erscheinung des Überwiegens allotroper und des Zurücktretens eutroper Blumen bei den beiden andern Hochgebirgsfloren wieder. — Wir werden auch fernerhin noch öfter die Floren anderer Gebirge zum Vergleiche mit der Alpenflora heranziehen, da sich diese Methode als sehr wertvoll zum bessern Verständnis der Lebensbedingungen und Lebensäußerungen der Alpenblumen erweisen wird.

Das genannte Gesetz der Zunahme allotroper Blüteneinrichtungen mit steigender Höhe tritt noch schärfer hervor, wenn wir die Beteiligung der Loewschen Blumenklassen am Aufbau der Flora einzelner Höhengürtel getrennt berücksichtigen. Dies geschieht z. B. in der folgenden Tafel für den Kaukasus. Die Flora dieses Gebirges weist auf:

a) Zwischen der untern Grenze der alpinen Region (ca. 2000 m) und 3500 m:

Windblütler 93 Arten
Insektenblütler 780 „

von den letztern sind

allotrop	267	=	34,2 %
hemitrop	276	=	35,4 „
eutrop	237	=	30,4 „
Summa	780	=	100 %

b) Zwischen 3050 m und 3660 m:

Windblütler 18 Arten
Insektenblütler 125 „

von den letztern sind

allotrop	61	Arten	=	48,8 %
hemitrop	26	„	=	20,8 „
eutrop	38	„	=	30,4 „
Summa	125	Arten	=	100 %

c) Oberhalb 3660 m:

Windblütler 0 Arten
Insektenblütler 16 „

von den letztern sind

allotrop	9	Arten	=	56,2 %
hemitrop	4	„	=	25,0 „
eutrop	3	„	=	18,8 „
Summa	16	Arten	=	100 %

§ 5. Vergleich mit der Arktis.

Ein weiteres vorzügliches Mittel zur Herleitung allgemeiner Sätze über die blütenbiologischen Eigentümlichkeiten der Alpenflora ist ihre Vergleichung mit der Flora der arktischen Länder. Stehen

doch in diesen beiden Gebieten die Gewächse unter ähnlichen klimatischen Bedingungen, in dem einen Gebiet verursacht durch die beträchtliche Höhe, in dem andern durch die zunehmende geographische Breite.

Einer Arbeit von Aurivillius entnehmen wir folgende Zahlenreihe über die Zusammensetzung der Floren der aufgezählten arktischen Gebiete:

	Blumen der allotropen Klasse	Blumen der hemitropen Klasse	Blumen der eutropen Klasse
1. Schonen . . .	40,7	32,3	27,0
2. Finnmarken . .	43,1	33,4	23,5
3. Grönland . . .	51,9	25,9	22,2
4. Nowaja Semlja .	60,0	26,4	13,6
5. Spitzbergen . .	74,0	16,5	9,5

(zunehm. geogr. Breite ↓)

Berücksichtigt sind nur die Insektenblütler, die Zahlen sind Prozentzahlen, bezogen auf diese. In Fig. 268 ist dieses Resultat graphisch dargestellt. Als Abszissen sind die zunehmenden geographischen Breiten, als Ordinaten die obigen Prozentzahlen eingetragen. Es zeigt der Verlauf der drei Linienzüge das Verhalten der drei Loewschen Klassen mit zunehmender Breite. Wir sehen, daß gleichwie mit steigender Meereshöhe, so auch mit wachsender geographischer Breite eine Zunahme der allotropen Blüten zuungunsten der eutropen stattfindet.

Zum Schluß muß noch einer auffallenden blütenbiologischen Nebenerscheinung der Alpen gedacht werden. Während die Zahl der eutropen Blüten, also der Bienen- und Falterblüten zusammen in den Alpen gering ist, überwiegt die Zahl der Falterblumen für sich gerechnet die entsprechende Zahl des Tieflandes bedeutend. Dies ersehen wir aus der ersten und zweiten Zeile der folgenden Übersicht.

Unter den 590 insektenblütigen Arten der eigentlichen Alpenflora sind falterblütig: 50 Arten = 8,5 %.

Unter den 981 insektenblütigen Arten des mitteleuropäischen Tieflandes sind falterblütig: 73 Arten = 7,4 %.

Unter den 921 insektenblütigen Arten der alpinen Region des Kaukasus sind falterblütig: 33 Arten = 3,6 %.

Unter den 261 insektenblütigen Arten der Pyrenäen sind falterblütig: 12 Arten = 4,6 %.

Aus den Zeilen 3 und 4 ist zugleich zu entnehmen, daß die beiden anderen Gebirge weniger Falterblumen besitzen als die Alpen, ja sogar weniger als das Tiefland. Auch in den Polarländern können wir mit zunehmender geographischer Breite ein Zurücktreten der Falterblumen konstatieren, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht (nach Aurivillius):

Auf Schonen	sind	falterblütig	5,7 %	der Insektenblütler
„ Finnmarken	„	„	6,5 „	„ „
„ Grönland	„	„	4,6 „	„ „
„ Nowaja Semlja	„	„	2,4 „	„ „
„ Spitzbergen	„	„	1,3 „	„ „

Woher nun dieser auffallende Reichtum der alpinen Pflanzenwelt an Falterblumen? Weil auch die entsprechenden Insekten, die Falter,

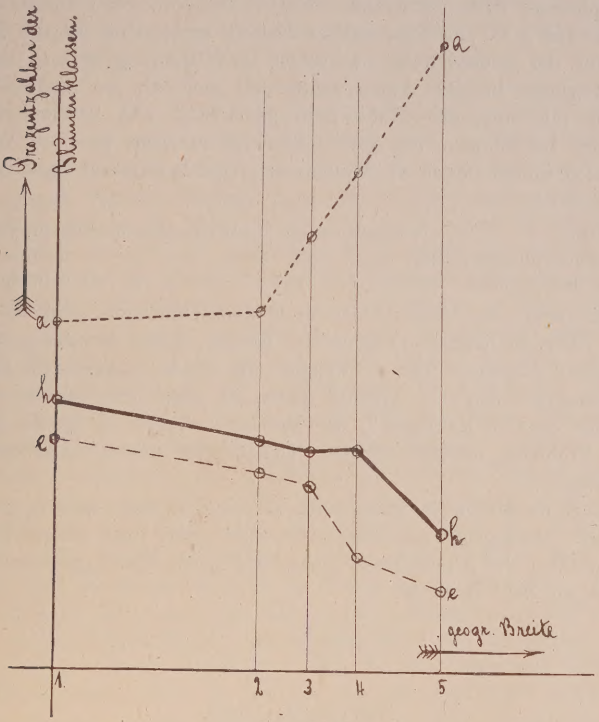


Fig. 268.

Das Verhältnis zwischen den Blumenklassen mit wachsender geographischer Breite.

a) allotrope, h) hemitrope, e) eutrope Blumen. 1. Schonen, 2. Finmarken, 3. Grönland, 4. Nowaja Semlja, 5. Spitzbergen.

in den Alpen häufiger sind als in andern Gebirgen oder im hohen Norden? Diese Vermutung des Lesers wird durch die Tatsachen bekräftigt. Es ist hierüber folgendes bekannt:

DieZahl der beobachteten Schmetterlinge, in Prozenten der überhaupt beobachteten Insekten ausgedrückt, beträgt nach Aurivillius:

zunehm. geogr. Breite ↓	in Arktisch Skandinavien	23,5
	„ Arktisch Asien . . .	22,0
	„ Grönland	21,0
	„ Nowaja Semlja . . .	6,6
	auf den Spitzbergen . .	1,4

Es ist also erwiesen, daß die Zahl der Schmetterlinge mit wachsender geographischer Breite abnimmt. Ebenso ist von Mac Leod gezeigt worden, daß z. B. „die Pyrenäen an Faltern ärmer sind als die Alpen“.

Auf der andern Seite hat schon H. Müller gefunden, daß die Schmetterlinge in den Alpen zahlreicher sind als im Tiefland und daß sie mit steigender Höhe noch zunehmen. „Es wurden in fünf Sommern an Blumen des Tieflandes und in sechs je 4—5 Wochen dauernden Sommerferien an Blumen der Alpen“ folgende Falterbesuche beobachtet:

im Tiefland	79	Besuche	= 9,4 %	aller Insektenbesuche im Tiefland,
in den Alpen überhaupt	220	„	= 26	„ „ „ in den Alpen,
über der Baumgrenze	148	„	= 30,7	„ „ „ üb. d. Baumgrenze.

Er suchte die Ursache hiervon in dem Umstande, „daß die Singvögel, diese schlimmsten Feinde der bunten, leicht sichtbaren Falter, in höhern Regionen immer weniger die ihnen zusagenden Lebensbedingungen finden“. — Warum finden sie diese denn leichter in den Pyrenäen oder im Kaukasus?, wird der Leser fragen. Doch die Lösung dieses Problems müssen wir den Klimatologen und Insektenkundigen überlassen.

Auch die Hummeln treten nach Müller in den Alpen in größerer Zahl auf. Die eigentlichen Bienen, die wohl wegen ihres zartern Körpers den Unbilden des Alpenklimas nicht im gleichen Maße gewachsen sind, nehmen an Zahl stark ab.

Zweites Kapitel.

Die gegenseitige Anpassung der Blumen und Insekten in den Alpen.

§ 1. Die Insektenkategorien und die gegenseitige Anpassung.

Wiederum war es Hermann Müller, der zum erstenmal nicht nur die Bestäubungseinrichtung der Blüte, sondern auch die zur Bestäubung notwendigen Vorrichtungen am Körper des Be-

stäubers zum Gegenstand der Forschung machte. Dieser Zweig der Blütenbiologie hat durch die Arbeiten späterer Forscher besonders wertvolle Früchte gezeitigt. Wer sich über den gegenwärtigen Stand dieses Arbeitsgebietes orientieren will, lese die betreffenden mit Illustrationen versehenen Schilderungen in der Einleitung zu KNUTHs Handbuch.

Warum gerade MÜLLER zum erstenmal auch die Insekten beachtete, warum z. B. nicht schon SPRENGEL dies getan hatte, ist uns heute leicht verständlich. Schon SPRENGEL hatte zwar erkannt, daß gewisse Blüten besonders für langrüßlige Insekten „bestimmt" erscheinen. Er erklärte diese Einrichtung, dem Geiste seiner Zeit folgend, teleologisch, d. h. er nahm an, daß jede Blume als fertige zweckmäßige Einrichtung und zum voraus für eine bestimmte Insektengruppe geeignet erschaffen worden sei und daß in derselben Weise auch umgekehrt zu jedem Insekt eine Blume „gehöre". Der Leser durchgehe nur noch einmal die eingangs zitierten Beschreibungen des Waldstorchschnabels und des Vergißmeinnichts! H. MÜLLER lebte in einer anders denkenden Zeit. Er war einer der eifrigsten Anhänger und Förderer der neuen DARWINschen Lehre auf deutschem Boden. Ihm schienen alle jene so wunderbar zweckmäßigen Bestäubungseinrichtungen erklärt zu sein, sobald er sie als „Anpassungen" an die besuchenden Insekten erklären konnte. Indem die Insekten stets nur diejenigen Blüten besuchen und also bestäuben, welche ihnen die vorteilhafteste Honigausbeute gewähren, welche also ihrer Größe, der Länge ihres Rüssels, ihren Körperformen und ihren Lebensgewohnheiten am besten zusagen, „züchten" sie im Laufe der Generationen aus einfachsten Blütenformen Blumen, die ihnen aufs genaueste angepaßt sind. Umgekehrt entstehen durch solche „natürliche Auslese" oder „Selektion" auch am Körper der Insekten alle jene Einrichtungen, welche diese Tierchen zum Blütenbesuch und zur Bestäubung in so hohem Grade befähigen. Dies ist die Lehre H. MÜLLERs, der Kern seiner „Blumentheorie", die er zwar nicht beweisen konnte, die er aber stets mit der ganzen Wärme seines Temperamentes verteidigte. Als in der Folge ihre Grundlage, der Darwinismus, d. h. die Theorie von der natürlichen Auslese, zu wanken begann, mußte selbstredend auch der Wert der Blumentheorie sehr eingeschränkt werden.

Ein Teil der MÜLLERschen Blumentheorie hat bis heute Wert bewahrt: die Umgrenzung der schon oben genannten Blumenkategorien. Diese stellen nämlich die verschiedenen Organisationsstufen dar, auf denen die fortschreitende Anpassung der Blüten an die sie besuchenden Insekten stehen geblieben ist. Auch die betreffenden, von H. MÜLLER zwar weniger scharf umschriebenen Kategorien von Insekten sind Organisationsstufen, Haltepunkte in der fortschreitenden Anpassung des

Insektenkörpers an die Blumen mit Rücksicht auf möglichste Erleichterung des Nektar- und Pollengewinns.

Im folgenden seien auch MÜLLERS Insektenkategorien kurz vorgeführt:

a) Kurzrüßlige Dipteren (Fliegen). Hierher alle Fliegen außer den zu d) gehörigen.

b) Kurzrüßlige Hymenopteren (Hautflügler) mit Ausschluß der eigentlichen Bienen und der Hummeln, also besonders die Wespen.

c) Andere kurzrüßlige Insekten, nämlich die Käfer, Geradflügler, Netzflügler und einige andere.

d) Langrüßlige Dipteren. Hierhin gehören die *Bombyliden*, *Conopiden*, *Syrrphiden* und die Gattungen *Empis* und *Rhamphomyia*.

e) Kurzrüßlige Bienen. Hierhin besonders die Gattung *Melitta* Kirby.

f) Langrüßlige Bienen, also die Gattungen *Apis* (Honigbiene) und *Bombus* (Hummeln).

g) Lepidopteren (Schmetterlinge).

H. MÜLLER stellte sich nun die Aufgabe, mit Hilfe seines eigenen Beobachtungsmaterials einen indirekten Beweis für seine Blumentheorie zu finden, d. h. für die Lehre von der Entstehung der Bestäubungseinrichtungen der Blumen und der Körperausrüstungen der Insekten durch gegenseitige Anpassung. „Wenn eine Blume,“ so sagte er, „wirklich infolge Züchtung durch Bienen entstanden ist, so muß sie auch heute noch ausschließlich oder vorwiegend von Bienen besucht werden, während kurzrüßlige Insekten Blumen mit nicht geborgenem Honig vorziehen müssen, usw.“ Mit Hilfe des von ihm selbst konstruierten Werkzeuges, der blütenbiologischen Statistik, gedachte er diesen Beweis zu erbringen. Zuerst im Tiefland, später auch in den Alpen suchte er durch stundenlanges Ausharren vor den Pflanzen an ihren natürlichen Standorten und durch Abfangen und genaues Bestimmen der Besucher die sämtlichen Insekten, welche als normale Kreuzungsvermittler einer Art anzusehen sind, zu einer „Besucherliste“ zu vereinigen.

Diese Listen liegen hauptsächlich den im folgenden gegebenen Zahlenübersichten zugrunde. Wir verwenden jedoch vorläufig, unserm Thema entsprechend, nur die im Gebiet der Alpen beobachteten Besuche. Dabei muß erwähnt werden, daß sich diese Zahlen nicht wie die frühern nur auf die eigentlichen alpinen Pflanzen, sondern auf alle von H. MÜLLER in den Alpen beobachteten Insekten und Pflanzen beziehen, unter welch letztern sich natürlich auch eine Anzahl eingewanderter Ebenenpflanzen befindet. Dies beeinflußt das Resultat jedoch nicht wesentlich.

Müller fand, daß in den Alpen ausgeführt werden:

unter je 100 Besuchen	an Po	an A	an AB	an B	an B′	an H	an F
a) Von kurzrüßligen Fliegen	3,2	**36,4**	23,9	15,6	19,9	0,6	0,3
b) Von kurzrüßligen Hautflüglern	2,1	**41,8**	18,8	12,9	16,7	6,3	1,2
c) Von andern kurzrüßligen Insekten	5,9	24,0	14,4	11,8	**28,0**	13,6	2,1
d) Von langrüßligen Fliegen	3,1	13,1	23,5	21,5	**32,6**	3,5	2,7
e) Von kurzrüßligen Bienen	3,8	4,2	19,2	25,0	**35,0**	9,6	3,1
f) Von langrüßligen Bienen	2,6	1,5	5,1	15,4	24,4	**46,3**	4,6
g) Von Faltern	1,3	4,3	7,7	13,4	**42,7**	15,7	14,7

Es sind dieser Übersicht 5674 Besuche von 84 Insektenarten an 422 Pflanzenspezies zugrunde gelegt.

Müllers Absicht ist durch diese Zahlen einigermaßen erreicht, indem z. B. 41,8 % sämtlicher Besuche kurzrüßliger Hautflügler wirklich auf Blumen mit nicht geborgenem Honig entfallen usw., aber in der erwünschten Klarheit tritt doch der Beweis hier nicht hervor. Wir sehen sogar, daß die Insekten einzelner Kategorien, z. B. derjenigen der „andern kurzrüßligen Insekten" für keine der verzeichneten Blumenkategorien eine entschiedene Vorliebe zeigen. Die Ursache liegt in der Art der Definition der Kategorien Wenn H. Müller beweisen wollte, daß die einander entsprechenden Insekten- und Blumenkategorien durch die Besuche auch vorwiegend zusammengeführt werden, so mußte er sich versichern, ob diese Kategorien einander auch wirklich entsprachen. Dies ist aber größtenteils nicht genau der Fall. Die beiden Einteilungen können sich schon darum nicht decken, weil sie nicht auf demselben Einteilungsgrund aufgebaut sind. In der Einteilung der Insekten herrschen systematische, in derjenigen der Blumen dagegen biologische Einteilungsprinzipien vor und hier wie dort sind beide Prinzipien bunt gemischt. Bloß dem feinen Gefühl Müllers ist es zu danken, daß seine beiden Einteilungen, aufeinander angewandt, doch noch leidliche Resultate erzielten.

§ 2. **Loews Gesetz.**

Loew, der schon die Blumenkategorien umgeändert hatte, faßte nun auch die Müllerschen Insektenkategorien in ähnlicher Weise zusammen. So bilden nun Müllers

Kategorie a) Kurzrüßlige Dipteren,
„ b) Kurzrüßlige Hymenopteren und
„ c) Andere kurzrüßlige Insekten

zusammen die **Klasse der allotropen,** d. h. der ungleichartig oder richtiger gar nicht angepaßten Blumenbesucher von geringem Werte für die Blumenbestäubung. Es fehlen diesen Insekten besondere Körperausrüstungen zum Blumenbesuch. Sie gehen mit besonderer Vorliebe auf allotrope Blumen, jedoch sind ihnen diese in keiner Weise besonders angepaßt. Ebenso bildet LOEW aus der

Kategorie d) Langrüßlige Fliegen und der
„ e) Kurzrüßlige Bienen

die **Klasse der hemitropen** oder halb angepaßten Insekten von mittlerem Werte für die Bestäubung. Besondere Körperausrüstungen zum Blumenbesuch sind zwar vorhanden, jedoch weniger ausgeprägt als bei der folgenden Klasse. Diesen Insekten besonders angepaßte Blumenformen sind spärlich.

Endlich rechnen wir, etwas von LOEW abweichend, die

Kategorie f) Langrüßlige Bienen und die
„ g) Lepidopteren

zur **eutropen Insektenklasse,** d. h. zu den völlig oder einseitig angepaßten Blumenbesuchern von höchstem Werte für die Bestäubung. Diese besitzen Gewohnheiten und Körperausrüstungen, welche ihnen erfolgreiche Honigausbeute und den Blumen sichere Kreuzung gewähren. Ihnen allein sind die eutropen Blumen angepaßt, und zwar gewöhnlich einem Insekt oder einer Gruppe von Insekten eine ganz bestimmte Blüte.

Einige systematische Verwandtschaftskreise der Insekten (Hymenopteren!) werden zwar durch die LOEWsche Einteilung auseinander gerissen. Dies muß jedoch notwendigerweise geschehen, da LOEW eben nicht nach systematischen Gesichtspunkten, die ja hier gar nicht in Betracht kommen können, einteilt, sondern nur nach der größern oder geringern Sicherheit in der Honigausbeute und Blumenbestäubung. LOEWs Klassifikation faßt, um dies zu wiederholen, „nur biologisch gleichwertige, jedoch oft zu sehr verschiedenen systematischen Abteilungen gehörige Insektengruppen zusammen. Da auch die parallele Einteilung der Blumenformen rein nur auf dem Grad der Sicherung der Fremdbestäubung durch immer weitergehende Anpassung sich stützt, so leuchtet ein, daß diese beiden Einteilungen einander viel besser entsprechen müssen als die MÜLLERschen". Dies können wir auch klar ersehen, wenn wir die letzte Zahlentafel mit der folgenden vergleichen, der die LOEWschen Klassen zugrunde gelegt sind. Ganz genau vergleichbar sind zwar die Tafeln eigentlich nicht, da sich die folgende auf LOEWs erweiterte und nur eigentliche alpine Pflanzen betreffende Besucherlisten gründet.

Es empfingen Besuche (in Prozenten):

	von allotropen Insekten	von hemitropen Insekten	von eutropen Insekten
die allotropen Blüten	**80,8**	32,2	(5,2)
die hemitropen Blüten	19,2	**53,4**	17,9
die eutropen Blüten	(0,0)	(14,4)	**76,9**
	100	100	100

Die in Klammern gesetzten Zahlen zeigen besonders deutlich, daß die besonderer Körperausrüstungen meist baren allotropen und hemitropen Insekten in den nicht für sie „bestimmten" (SPRENGEL!) eutropen Blumen keine Ausbeute finden und ferner (5,2), daß die blumentüchtigsten eutropen Insekten es verschmähen, ihren Bedarf in allotropen Blumen zu decken, den sie hier mit lästigen Tischgenossen aus dem Kreis der kurzrüßligen Insekten teilen müßten. Umgekehrt geben uns die fettgedruckten Zahlen den Beweis, den zu liefern MÜLLER sich zum Ziel gesetzt hatte, sie zeigen, daß „die theoretisch aufeinander hinweisenden Blumen- und Insektenformen auch diejenigen sind, welche einander in Wirklichkeit am stärksten beeinflussen" (LOEW).

In neuester Zeit wurde nun von LOEW und andern die Hauptaufgabe der blütenbiologischen Statistik darin gesehen, die Gültigkeit des obigen Satzes, den wir mit dem Namen „LOEWsches Gesetz" belegen wollen, für alle Florengebiete der Erde nachzuweisen. Wir geben (nach LOEW) zunächst die Resultate dieses Verfahrens für die drei Florengebiete, die in dieser Hinsicht gegenwärtig am genauesten erforscht sind.

Im mitteleuropäischen Tiefland empfingen Besuche (in Prozenten):

	von Insekten im allgemeinen	von allotrop. Insekten	von hemitrop. Insekten	von eutrop. Insekten
die allotrop. Blumen	39,0	**70,1**	39,7	8,6
die hemitrop. „	26,1	19,5	**39,0**	12,9
die eutropen „	34,9	(10,4)	21,3	**78,5**
	100	100	100	100

Im mitteleuropäischen Bergland empfingen Besuche:

	von Insekten im allgemeinen	von allotrop. Insekten	von hemitrop. Insekten	von eutrop. Insekten
die allotrop. Blumen	50,0	**81,9**	37,5	2,3
die hemitrop. „	34,1	16,3	**53,8**	30,2
die eutropen „	15,9	1,8	8,7	**67,5**
	100	100	100	100

In den Alpen empfingen Besuche (nach LOEWs neuern erweiterten und nur die eigentliche alpine Flora betreffenden Besucherlisten):

	von Insekten im allgemeinen	von allotrop. Insekten	von hemitrop. Insekten	von eutrop. Insekten
die allotrop. Blumen	46,7	**80,8**	32,2	5,2
die hemitrop. „	35,0	19,2	**53,4**	17,9
die eutropen „	18,3	0,0	14,4	**76,9**
	100	100	100	100

Auf dem neuen Wege schreiten zur Zeit eine Anzahl tüchtiger Forscher weiter. Es gilt jetzt nicht nur das Loewsche Gesetz für alle Florengebiete nachzuweisen, sondern man will die Blumengeographie auch durch Anwendung weiterer neuer Forschungsmittel fördern, so z. B. durch den Vergleich des Insektenbesuchs in verschiedenen Monaten oder Jahreszeiten,[1]) oder durch Erforschung des Zusammenhangs zwischen der geographischen Verbreitung einer eutropen Blütenpflanze und derjenigen ihres hauptsächlichen Bestäubers usw.

§ 3. Der Falterreichtum der Alpen und seine Folgen.

Wir müssen nun auf eine Erscheinung zurückkommen, die wir schon am Schlusse des ersten Kapitels erwähnten, nämlich auf den relativen Falterreichtum der Alpen. Eine direkte Folge dieser Erscheinung ist aus der folgenden Übersicht herauszulesen (Müller-Loew):

Unter je 100 Falterbesuchen entfallen:

	auf allotrope Blüten	auf hemitrope Blüten	auf Bienenblumen	auf Falterblumen
im Tiefland	4,2	20,8	12,8	62,2
in den Alpen	13,5	56,1	15,7	14,7

„Man erkennt aus dieser Darstellung, daß in den Alpen die Falter an den Besuchen der sämtlichen Blumen einen viel größern Anteil haben als im Tiefland.“ Jene Insekten sind eben dort so zahlreich, daß die Blumen ihrer eigenen Anpassungsstufe für ihre Bedürfnisse nicht mehr genügen. Deshalb sehen wir denn auch über die Hälfte der Falterbesuche auf die zahlreich vorhandenen (32,9 % nach Tafel auf Seite 695) hemitropen Blumen und volle 15,7 % auf die Bienenblumen entfallen. Die erstern, insbesondere diejenigen der Kategorie **B′** und die Bienenblumen werden darum außer von ihren eigentlichen Bestäubern noch sehr stark von den ihnen eigentlich fremden Faltern besucht (vergl. die Zahlenübersicht am Anfang dieses Kapitels). Wäre der Falterreichtum der Alpen noch etwas größer, so könnte es geschehen, daß die eine oder andere jener beiden Kategorien über die Hälfte ihrer Besuche von den Faltern anstatt von den Blumengästen ihrer eigenen Anpassungsstufe erhielten. Dann bestände die Erscheinung, die Müller „Disharmonie zwischen Blüteneinrichtung und Besucherkreis“ nennt. Müller zog aus dieser beginnenden Disharmonie eine Reihe Schlüsse auf die Verwandtschaft,

---

[1]) Mac Leod, Robertson u. a.

die Entstehungs- und Einwanderungsgeschichte und die jetzige geographische Verbreitung einzelner Alpenpflanzen, insbesondere suchte er nachzuweisen, wie sich die Alpenflora durch Umprägung von Blumen der Kategorien **H** und **B′** in Falterblumen nach und nach dem Falterreichtum angepaßt hat. Solche Deszendenzbetrachtungen, nur vom blütenbiologischen Standpunkte aus angestellt, müssen natürlich zu einseitigen und unrichtigen Resultaten führen (Loew; vergl. auch oben Seite 196—197).

Es mag noch erwähnt werden, daß jene beginnende Disharmonie, besonders zwischen den Bienenblumen und ihren Bestäubern noch durch zwei Faktoren verstärkt wird. Einmal durch die alpenaufwärts abnehmende Zahl der Bienen, der eigentlichen Bestäuber der Blumen der Kategorie **Hb**. Sodann durch ein mit steigender Höhe immer zahlreicheres Auftreten der robustern Hummeln, welches natürlich eine ähnliche Wirkung hat, wie der Falterreichtum (vergl. Schluß des vorigen Kapitels).

Wohl aus einem dem letztgenannten ähnlichen Grund besteht nach Lindmann und Ekstam auf dem schwedischen Hochgebirge, und nach Kapitän Feilden, Warming und Aurivillius auch im äußersten Grönland, in Gebieten, wo doch die Falter stark zurücktreten, Disharmonie zwischen den eutropen Blumen und ihren Bestäubern. „Hier wird jedoch die Disharmonie," wie Loew angibt, „schon dadurch gemildert, daß die überwiegende Mehrzahl der Blumen durch ausgesprochene Selbstbestäubung von dem Einfluß der Bestäuber unabhängig bleibt."

Drittes Kapitel.

Sind die Insektenbesuche in den Alpen zahlreicher als im Tiefland?

Wenn wir im Frühjahr oder Vorsommer im Tiefland über eine mit Löwenzahn, Ranunkeln und Anthriscus bestandene Wiese schweifen, so sehen wir uns fortwährend von Bienen, Hummeln, Faltern, Fliegen umschwärmt. In den Alpen dagegen bemerken wir sehr oft das Vorhandensein dieser Tierchen kaum. Wenn aber hier nach einigen Regentagen die Sonne wieder ihre heißen Strahlen durch die von keinem Windhauch bewegte Luft herniedersendet, dann sieht sich auch der Gebirgswanderer inmitten eines reichen Insektentreibens. Doch hält dies nur kurze Zeit, meist nur einige Stunden, an. Ein plötzlicher kühler Luftstrom fegt aus dem nahen Gletschertal zu unsern Häupten hernieder und verschwunden sind all die muntern Flieger! Wie häufig aber solch kalte Bisen im Hochgebirge sind, weiß jeder Alpenwanderer.

Eine andere Erscheinung jedoch, die sich immer sehr deutlich beobachten läßt und auf die wiederum zuerst HERMANN MÜLLER hingewiesen hat, gleicht die Wirkung dieser Insektenarmut der Alpen auf die Flora in einem gewissen Grade aus. Während die Insekten auf den Tieflandswiesen sich beim Aufsuchen ihrer Blumennahrung alle Zeit lassen, häufig zwecklos umherschwirren oder längere Zeit auf Blättern sitzend ausruhen, bemerkt man im Gebirge nichts als rege Tätigkeit, beständiges rasches und zielbewußtes Aufsuchen der Blumen, Hineinkriechen, Saugen. Jene brauchen sich bei ihrem Sammelgeschäft nicht zu beeilen; denn ihnen wird Tag um Tag der Tisch neu gedeckt; die alpinen Blumengäste dagegen müssen oft wegen Ungunst der Witterung tagelang hungern und stürzen sich darum, sobald wieder schönes Wetter eintritt, gierig auf die Blumen, um Honig einzutragen und durch zielbewußte Energie die verlorene Zeit nachzuholen.

Nun hört leider der feste Boden sicherer wissenschaftlicher Erkenntnis der uns hier beschäftigenden Dinge schon auf. Wird durch die gesteigerte Tätigkeit der Gebirgsinsekten die geringe Zahl derselben aufgehoben, d. h. werden doch im ganzen in unsern Alpen ebensoviele Besuche ausgeführt wie im Tal? H. MÜLLER nimmt dies an, kann es aber nicht beweisen. „Vergleicht man,“ so sagt er, „die Gesamtheit der verschiedenartigen Besuche, die ich während fünf ganzer Sommer im Tieflande zu beobachten Gelegenheit hatte, mit derjenigen meiner sechs Alpenreisen, so tritt klar zutage, daß sich in derselben Zeit an blumenreichen Stellen der Alpen sogar mehr verschiedenartige Blumenbesuche beobachten lassen als im Tiefland.“ Die Grundlagen zu diesem Vergleiche sind in der nachfolgenden Zusammenstellung der von H. MÜLLER beobachteten Insektenzahlen und Blumenbesuche enthalten:

	im Tiefland	in den Alpen
Zahl der Insektenarten	843	841
Zahl der Pflanzenarten	ca. 400	ca. 400
Zahl der Besuche	5231	5712

Es versteht sich jedoch von selber, daß unser wissenschaftliches Gewissen durch dieses Beweisverfahren MÜLLERS nicht beruhigt sein kann. Wie leicht wäre es möglich, daß nicht nur die Insekten, sondern auch Augen und Hände HERMANN MÜLLERS auf den sechs Alpentouren eifriger gearbeitet hätten als während der fünf Sommer im Tiefland! Ferner wird auch gerade wegen jener Eilfertigkeit manches Insektlein seine hierfür bestimmten Körperteile nicht in so vorschriftmäßiger Weise mit Staubbeuteln und Narbe in Berührung bringen wie sein gemächlicher Vetter im Tiefland. Und endlich erhebt LOEW hier noch einen weitern Einspruch. Selbst wenn die Alpenblumen in einer gegebenen Zeit sogar häufiger als diejenigen des Tieflandes von Insekten besucht würden, schreibt er, so wäre damit doch noch nicht bewiesen,

daß sie hiedurch auch häufiger gekreuzt werden. Denn Müller selbst hat, wie wir im vorigen Kapitel hörten, gezeigt, daß zwischen einem Teil der Alpenblumen und ihren Bestäubern wegen des starken Vorwiegens der Falter und Hummeln resp. des relativen Zurücktretens der Bienen eine „Disharmonie“ besteht. Es werden also in den Alpen viele Insekten ganz andere als die an sie angepaßten Blumen besuchen, was zur Folge hat, daß sehr viele Besuche ihren Zweck, die Kreuzung, verfehlen.

Wir sind also tatsächlich noch nicht imstande, die wichtige Frage, mit welcher wir dieses Kapitel überschrieben haben, zu beantworten. Da bietet sich jedem Freund der Natur und der Alpenwelt ein reiches Feld experimenteller Naturforschung! Die Methoden dieser Forschung müßten zwar vorerst noch genauer ausgearbeitet werden, als wie das bis heute geschehen ist. Es könnte beispielsweise so vorgegangen werden, daß ein Stück Wiese von einigen Quadratmetern mit einem Seil gut sichtbar umgrenzt würde, daß sich der Beobachter dann bei günstigen Witterungsverhältnissen erst einige Zeit bewegungslos in die Nähe setzte, so lange, bis die Insekten sich an den Ruhestörer gewöhnt hätten. Dann müßte er die Anzahl der Insektenbesuche auf dieser Fläche während einer bestimmten Zeit notieren. Dies Verfahren müßte mehrmals in den Alpen wie im Tiefland wiederholt werden. Noch größern Wert gewännen diese Beobachtungen, wenn gleichzeitig auf jeder Versuchsfläche die Zahl der Blumen bestimmt würde, um die erhaltenen Besuchszahlen in Beziehung zur Dichte des Blumenteppichs setzen zu können. Ein reiches, viel Geduld und Geschick erforderndes Arbeitsgebiet, das aber den Weg darstellt, der zur Beantwortung wichtigster Fragen führt, nicht nur der Blütenbiologie, sondern auch der übrigen organischen Naturwissenschaft!

Auch dem Nachdenken im stillen Arbeitszimmer sind hier manche Aufgaben zu lösen möglich. Durch diese Methode können Fragestellungen für neue Versuche und Tatsachenverknüpfungen von der folgenden Art gewonnen werden: Da die Felshänge, Schuttkegel, Schneefelder, Gletscher, Moos- und Flechtenhalden der Alpen gar nicht von Blütenpflanzen besiedelt sind, so ist die für die Blumen verfügbare Fläche hier kleiner als im Tiefland. Die Insekten aber müssen, um von einem Weideplatz zum andern zu gelangen, auch jene pflanzenleeren Stellen überfliegen. Auf einer bestimmten Weidestelle sind also die Blumen wohl dichter, die Insekten aber gewiß dünner verteilt als im Tiefland. Das spricht für eine geringere Gesamtzahl von Blumenbesuchen in den Alpen. Hiezu kommt noch, daß die Alpeninsekten durch die veränderliche Witterung zu häufigem Wechseln ihres Arbeitsgebietes gezwungen werden, daß sie also die gesamten in der Figur 269 als „Oberfläche für die Insekten“ bezeichneten Räume wirklich immer wieder durchfliegen müssen. Auch das Zurücktreten der „blumentüchtigsten“ Besucher,

der eigentlichen Bienen, von dem schon am Schluß des ersten und des zweiten Kapitels die Rede war, spricht dafür, daß die Zahl der wirklich kreuzungsvermittelnden Besuche in den Alpen geringer ist als im Tiefland. Die täppischen und sehr häufig durch Einbruch von außen her Honig raubenden Hummeln vermögen trotz ihrer großen Zahl in ihrer Wirkung jene Insekten wohl nicht zu ersetzen und der Blumenbesuch der

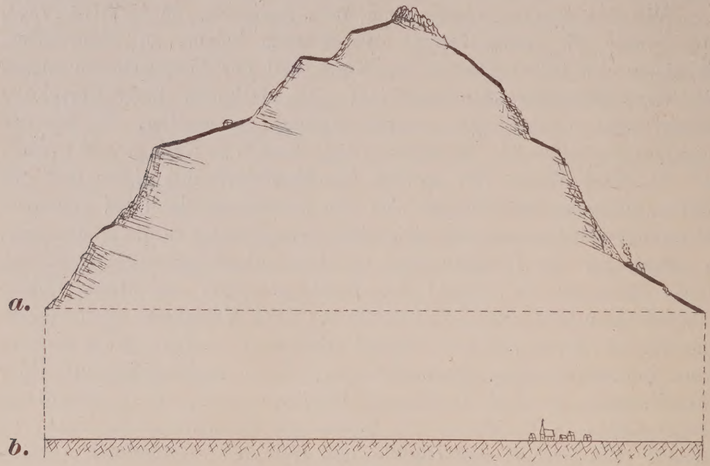


Fig. 269.

Vergleiche der für die Blumen und die Insekten in Betracht fallenden Oberflächen der Alpen und des Tieflandes.

a. Alpen. Stark ausgezogene Linien = Wiesenplanken, d. h. Oberfläche für die Blumen. Schraffierte Stellen = Fels und Geröll. Beides zusammen gibt die für die Insekten in Betracht fallende Oberfläche der Alpen.
b. Tiefland. Oberfläche für Blumen und Insekten gleich groß.

ebenfalls zahlreichen zarten Falter leidet gewiß unter dem geschilderten häufigen Witterungswechsel der Alpen am allermeisten.

Auch geographisch-vergleichende Methoden erweisen sich hier, wie schon mehrmals, als äußerst wertvoll. So schreibt Lindmann von der Hochfläche des Dovrefjeld, daß dort in „größern Höhen die Insekten auch bei schönem Wetter wie verschwunden" seien. Ferner hat Warming gezeigt, daß die Zahl der Insekten mit zunehmender geographischer Breite rasch abnimmt. Nach den Beobachtungen dieses Forschers ist beispielsweise in Grönland die Insektenarmut noch viel ausgeprägter als auf dem Dovrefjeld. Es unterliegt keinem Zweifel, daß wir die Ursache des den Alpen und dem hohen Norden im ganzen wahrscheinlich gemeinsamen Insektenmangels in den klimatischen Faktoren zu suchen haben, welche diesen beiden Gebieten gemeinsam sind.

Wir neigen nach allem Gesagten dahin, mit den neuern Blütenbiologen und entgegen H. Müllers Ansicht unsere Titelfrage zu verneinen, also anzunehmen, daß in den Alpen und in den Gebirgen überhaupt die relative Zahl der Kreuzung bewirkenden Blumenbesuche geringer sei als im Tiefland. Wir werden jedoch selbstverständlich diese Annahme im nachfolgenden in keiner Weise als Tatsache verwerten.

Viertes Kapitel.

Das Verhältnis von Autogamie und Kreuzung in den Alpen.

§ 1. Der Knight-Darwinsche Satz.

Der erste Forscher, der sich über das Verhältnis zwischen Autogamie und Allogamie, zwischen Selbstbestäubung und Kreuzung, äußerte, war, wie wir schon in der Einleitung hörten, Sprengel: „Da sehr viele Blumen getrennten Geschlechts und wahrscheinlich ebensoviele Zwitterblumen Dichogamisten sind, so scheint es die Natur nicht haben zu wollen, daß irgend eine Blume durch ihren eigenen Staub befruchtet werde.“ Das in den letzten Worten enthaltene Gesetz wurde später von Knight, Darwin und Hildebrand genauer erkannt und durch den sog. Knight-Darwinschen Satz sprachlich fixiert: „Kein organisches Wesen vermag sich eine unbegrenzte Zahl von Generationen hindurch durch Selbstbefruchtung zu erhalten, sondern es ist gelegentliche, wenn auch oft erst nach sehr langen Zwischenräumen erfolgende Kreuzung mit getrennten Individuen unerläßliche Bedingung für die dauernde Forterhaltung.“[1]) Noch richtiger wurde das Verhältnis zwischen Autogamie und Kreuzung später durch den Satz H. Müllers bewertet: „Blumen, denen stets hinreichender Insektenbesuch zuteil wird, sind ausschließlicher Kreuzung durch denselben angepaßt, in dem Grade dagegen, als der Insektenbesuch unsicherer wird, findet in der Blüteneinrichtung Ermöglichung oder Begünstigung spontaner Autogamie statt.“ Unter spontaner oder direkter Autogamie versteht man die ohne Insektenhilfe durch ganz bestimmte hierzu besonders geeignete Bewegungen einzelner Blütenteile gleichsam zielbewußt eintretende Selbstbestäubung, im Gegensatz zu der indirekten Autogamie, die gelegentlich durch ungeschickte Bewegungen der Bestäuber und andere Zufälle eintritt.

---

[1]) Man vergl. jedoch die Fußnote auf Seite 679.

§ 2. Die Zunahme der Selbstbestäubung mit der Höhe.

„Wäre nun in der Tat," so fährt H. Müller fort, „die relative Menge der Kreuzungsvermittler in den Alpen viel geringer als im Tiefland, so müßte durchaus auch die Zahl der ausschließlich auf Kreuzung eingerichteten Blumen dort verhältnismäßig geringer sein als hier." H. Müller wollte also auf diesem indirekten Wege seine im vorigen Kapitel besprochene Behauptung von dem zahlreichern Vorkommen der Insekten in den Alpen beweisen. Leider suchte er in diesem Falle nur durch Gegenüberstellen vereinzelter typischer Beispiele, nicht durch das allein richtige Mittel der blütenbiologischen Statistik zum Ziele zu gelangen. Später mußte darum nicht nur jene Behauptung, sondern auch die Beweisführung eine Richtigstellung erfahren. Loew zog nämlich aus dem nun schon viel reichern Beobachtungsmaterial den Schluß, „daß die Zunahme autogamer, die Abnahme allogamer Blumeneinrichtungen mit steigender Höhe vollkommen nachweisbar ist". Die Zahlenangaben, auf die er sich hierbei stützte, rühren von H. Müller, Kirchner, von Loew selbst, von Lindmann, Warming und andern Forschern her und sind in der nachstehenden Tabelle enthalten:

Es besitzen (in Prozenten)

	in der Flora der Umgebung von Stuttgart:[1]) (32 untersuchte Arten)	in der untern Alpenregion: (130 Arten)	in der obern Alpenregion: (133 Arten)	auf dem Dovrefjeld:	in Grönland:
stets od. meist verhinderte Selbstbestäubung	40,8	26,9	26,3	16,2	31,1
Selbstbestäubung neben Fremdbestäubung	45,8	66,1	58,6	54,0	57,8
regelmäßig auftretende spontane Selbstbestäubung	13,4	7,0	15,1	29,8	11,1

Wir sehen hier zugleich, wie außer den rein autogamen Blumen besonders die Zwischenformen, d. h. diejenigen Spezies, welche sich die

[1]) Nach Kirchner, O., Flora von Stuttgart und Umgebung mit Berücksichtigung der biologischen Verhältnisse, 1888.

Möglichkeit beider Bestäubungsweisen erhalten haben, mit steigender Höhe zunehmen. Ferner zeigt uns diese Tafel aufs neue das Parallelgehen der Erscheinungen im hohen Norden mit denen im Hochgebirge.

§ 3. Die Ursache der Zunahme der Selbstbestäubung.

Fragen wir uns nun nach den Ursachen des Vorwiegens der Selbstbestäubung in den Alpen, der Fremdbestäubung im Tiefland, so sind wir leider bis heute noch gänzlich auf Vermutungen angewiesen, da uns ja die Grundlagen zur bestimmten Beantwortung jener Frage, nämlich die genauere Kenntnis des Verhältnisses der Zahl der Blumenbesucher der Alpen und des Tieflandes fehlt. Der Leser wird zwar zu der Ansicht neigen, daß die Alpenblumen eben darum mehr an Selbstbestäubung angepaßt seien, weil die Zahl der erfolgreichen Blumenbesuche im Gebirge geringer ist als im Tiefland. Doch das letztere ist nur wahrscheinlich, nicht bewiesen. Dieser Erklärungsweise steht überdies auch die Auffassung Loews scharf gegenüber. „Es wäre ganz verfehlt,“ so sagt dieser, „die Zunahme von autogamen Blumeneinrichtungen als eine direkte Wirkung von Insektenmangel auffassen zu wollen. Ebenso wie die Ungunst des Wetters auf hochalpinen Standorten und im arktischen Norden auf häufiges Schließen der Blumenkronen und die damit in der Regel verbundene Selbstbestäubung hinwirkt, zwingt die stark verkürzte Vegetationszeit in beiden Gebieten die Pflanzen zu möglichster Sicherung und Beschleunigung der Fruchtbildung. Dieses Bedürfnis ist, sofern es, wie bei den alpinen und hocharktischen Pflanzen, auf Zeit und Materialersparnis ankommt, bei Autogamie offenbar leichter zu befriedigen als bei Fremdbestäubung, bei der unter Umständen eine Blüte längere Zeit hindurch auf bestäubende Insekten und damit auf den Beginn der Samenbildung warten muß. Diesem Umstand ist aller Wahrscheinlichkeit nach die Zunahme der autogamen Blumeneinrichtungen in den Alpen zuzuschreiben.“ Es ist also nach Loews Ansicht nicht die Insektenarmut, sondern es sind klimatische Faktoren, welche das Vorwiegen autogamer Blumeneinrichtungen in den Alpen zur Folge haben. Als indirekten Beweis hierfür führt Loew das übereinstimmende starke Hervortreten dieser Blumeneinrichtungen in den Alpen und im hohen Norden an, das „nicht der Insektenwelt, die ja in beiden Gegenden wesentlich abweicht, sondern nur den ähnlich wirkenden klimatischen Faktoren und der übereinstimmenden Kürze der Vegetationsdauer zuzuschreiben ist“. Hiergegen wäre allerdings noch zu bemerken, daß zwar die Zusammensetzung der Insektenfauna in den Alpen und im hohen Norden wesentlich verschieden ist, daß

aber der für das Verhältnis zwischen Autogamie und Kreuzung besonders in Betracht fallende Umstand, die geringe Zahl der Kreuzung vermittelnden Insektenbesuche überhaupt, doch beiden Gebieten gemeinsam sein kann.

§ 4. Das Verhältnis zwischen Selbstbestäubung und Kreuzung.

Wir müssen hier vorerst in das Wesen dieses Verhältnisses noch tiefer einzudringen suchen. Oben haben wir gehört, daß dasselbe insbesondere durch den Satz H. Müllers erkannt worden sei, daß die Blumen immer dann der Fremdbestäubung angepaßt erscheinen, wenn Insekten in genügender Zahl vorhanden sind, daß sie dagegen Autogamie ausüben bei Insektenmangel. Dies konnten wir damals so verstehen: Gibt es in einer Gegend viele Insekten, so sind daselbst Arten mit vorwiegender oder ausschließlicher Allogamie in der Mehrheit, sind dagegen die Blumenbesucher spärlich, so finden wir dort hauptsächlich autogame Blüten. Dies ist als die Folge einer natürlichen Auslese, eines Ausmerzens derjenigen Pflanzen, deren Bestäubungseinrichtung nicht für das Gebiet „passen“, leicht zu verstehen.

Noch tiefer wird das Verhältnis zwischen Autogamie und Kreuzung durch eine erweiterte Auffassung des Müllerschen Gesetzes erfaßt, welche ebenfalls schon von H. Müller selber angedeutet worden ist. Es zeigte sich nämlich, daß dieselbe Pflanze, die in insektenreichen Gegenden vorwiegend allogam blüht, an Orten mit spärlichem Besuch stärker oder ausschließlich Selbstbestäubung ausüben kann.

Und endlich erweiterte H. Müller Sinn und Tragweite jenes Gesetzes nochmals, indem er nachwies, daß viele Blumen so eingerichtet sind, daß sie am Anfang der Fremdbestäubung angepaßt erscheinen, daß aber am Schluß der Blütezeit, falls bis dahin keine Allogamie eingetreten sein sollte, mit größter Sicherheit spontane Autogamie erfolgt. Die nachfolgenden Figuren lassen das Walten des Gesetzes in der zuletzt beschriebenen Form erkennen. Sie stellen die Staubgefäße und den Stempel von *Alyssum montanum* L., am Anfang und am Ende der Blütezeit dar. In Fig. c. sind die Staubfädenflügel, die Verf. als Führungskanäle für den Insektenrüssel gedeutet hat, besonders gezeichnet.

In zahlreichen Fällen hat Verf. beobachtet, daß unter einer Menge von Blüten vereinzelte Exemplare zuletzt keine Fruchtknotenanschwellung aufwiesen und also nicht befruchtet worden waren. Es zeigten sich nun öfter gerade in diesen Blumen zur genannten Zeit Bewegungen, welche der Blüte sonst meist fremd waren, welche aber mit Sicherheit

Autogamie herbeiführten. Damit ist bewiesen, daß diese erst am Ende des Blühens und nur ausnahmsweise eintretende Autogamie wirklich eine direkte Folgeerscheinung der ausgebliebenen Fremdbestäubung ist. In der oben zitierten Schrift (Beiträge usw.) ist auch gezeigt, daß in bestimmten Fällen (z. B. *Saxifraga Burseriana* L.) das künstliche Fernhalten der Insekten genügt, um in der Blüte Bewegungen hervorzurufen, die ihr sonst ganz fremd sind oder doch zu ganz andern Zwecken gebraucht werden, die aber alsdann mit Sicherheit spontane Autogamie bewirken.

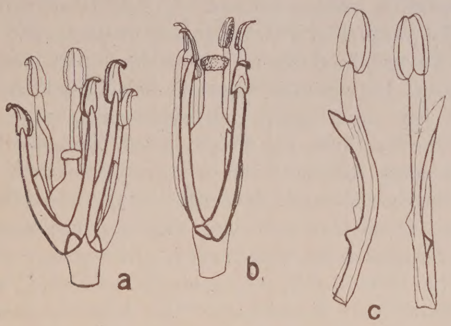


Fig. 270.

Innere Teile der Blüte von *Alysum saxatile* L.

Fig. a. stellt die Organe am Anfang, b. am Ende der Blütezeit dar, im letzteren Stadium erfolgt spontane Selbstbestäubung durch Berührung der jetzt gleich langen Fortpflanzungsorgane. Nach Verf., „Beiträge" usw.

Die letztgenannte Beobachtung, die allerdings noch der Wiederholung bedarf, würde darauf hindeuten, daß Insektenmangel doch nicht in allen Fällen einfach als ein „die Fortpflanzung überhaupt schädigender", sondern manchmal wirklich auch als ein Autogamie bewirkender Faktor anzusehen ist, daß also die wahrscheinlich bestehende Insektenarmut der Alpen doch, wenigstens zum Teil, die Ursache des Vorwiegens autogamer Blüteneinrichtungen in diesem Gebiete darstellen kann. Aber jedenfalls nur zu einem Teil! Die Hauptursache liegt wohl, wie dies Loew annimmt, in den physikalischen Lebensbedingungen der Alpenflora. Denn Verf. könnte aus H. Müllers Werken oder aus der oben genannten Arbeit den wenigen dort aufgeführten Fällen, welche eine Herbeiführung der Autogamie durch Fernhalten der Insekten darzutun scheinen, eine Menge von Beispielen gegenüberstellen, welche das Eintreten der Selbstbestäubung als Folge künstlicher Änderung der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Belichtung, der Bodenbeschaffenheit usw. dartun. Wiederholt (z. B. bei Arten der

Gattung *Sedum*) gelang es, durch solche Mittel eine ursprünglich protandrische Dichogamie vollständig in protogynische oder in Homogamie zu verwandeln und es trat manchmal in Blüten Autogamie ein, die sich sonst regelmäßig fremdbestäubten. In der Abhandlung „Die ‚zweckmäßigen‘ Abänderungen der Alpenblumen“ (Schweiz. Lehrerztg. 1906) hat Verf. gezeigt, wie stark *Biscutella laevigata* L. unter Einwirkung klimatischer Faktoren abändert und darzutun versucht, daß Abänderungen, die einen bestimmten Zweck erreichen, gelegentlich durch Ursachen, welche mit jenem Zweck in gar keinem Wesenszusammenhang stehen, hervorgerufen werden können. So sehen wir dort, daß *Biscutella laevigata* L. (vergl. Fig. 261, 1) bei Regenwetter seine Blütenteile so abändert, daß Autogamie eintritt: die Abänderung ist eine sehr „zweckmäßige“; denn bei Regenwetter fliegen ja keine Insekten. Die wahren Ursachen, die jene bei Regen eintretenden Biegungen und Wuchsabänderungen in der Blüte zur Folge haben, sind aber höchst wahrscheinlich ganz andere, die nicht mit dem Insektenmangel, wohl aber mit den klimatischen Erscheinungen jener Witterung, Nässe, Kälte usw. zusammenhängen. Diese Unterscheidung zwischen dem Zweck und der Ursache einer Abänderung ist nicht neu. Sie wurde in wissenschaftlich exakter Form von Goebel (Organographie Seite 304 u. f.) ausgeführt und in neuern Arbeiten über Kleistogamie und Anpassungstheorien (biolog. Zentralblatt Band 24, 1904, Seite 673 u. f., 737 u. f. u. 768 u. f.)[1]) an klassischen Beispielen wiederholt. Immerhin darf nicht verschwiegen werden, daß gegenwärtig eine neue, trotz mancher Auswüchse da und dort doch ernst zu nehmende Richtung besteht, die der Pflanze die Fähigkeit zuschreibt, direkt zweckmäßig zu handeln, also gewissermaßen dem in der Zukunft liegenden Nutzen vorauszusehen! — Infolge dieser Unsicherheit der theoretischen Grundlagen wird vorläufig die Frage nach der Ursache des Vorwiegens der Autogamie in den Alpen wohl immer mehr nach Loews Vorgang Beantwortung finden.

Durch alle bisherigen Angaben der Literatur wird bewiesen, daß jedenfalls nur den noch nicht einseitig angepaßten, also den allotropen und hemitropen Blumen jene Empfindlichkeit zukommt, jene Fähigkeit, auf gewisse äußere Einflüsse, bestehen diese nun in Insektenmangel oder seien sie klimatischer Natur, mit Autogamie bewirkenden Bewegungen einzelner Blütenteile oder mit andern jenen Zweck verfolgenden Abänderungen zu reagieren. Darum weisen auch besonders jene Blüten in den Alpen so starke lokale Unterschiede auf. Aus der Literatur könnten

---

[1]) Man vergleiche auch die an diesen Gegenstand sich anknüpfende Erörterung von Burck und Loew (letztere Abhandlung im biolog. Zentralblatt Band 26, 1904, Seite 129 u. f., 161 u. f., 193 u. f.).

hierfür wiederum eine große Anzahl von Beispielen namhaft gemacht werden. (Man vergl. die Angabe über *Saxifraga tridactylitis* L. Seite 685 und *Vaccinium vitis idaea* L. Seite 167.) Insbesondere der Grad der Dichogamie und das Verhältnis zwischen Autogamie und Kreuzung schwanken so sehr, daß manchmal ein und dieselbe Art sich an jedem neuen Beobachtungsort wieder anders verhält.[1]) Es darf darum nach dem heutigen Stande unseres Wissens eine Art nicht mehr als blütenbiologisch bekannt angesehen werden, wenn sie nur einmal an einem Orte untersucht wurde. Theoretisch wertvoller als eine solch einmalige Kenntnis möglichst aller Arten eines Gebietes scheint mir die Untersuchung einer beschränktern Zahl allotroper Blüten an möglichst verschiedenen Örtlichkeiten; denn gerade die Kenntnis dieser lokalen Abänderungen läßt uns das Wichtigste, die Art jenes Anpassungsvermögens der Blüten, ergründen.

Daß die eutropen Blumen im Gegensatz zu den allotropen nicht mehr labil sind, daß sie sich z. B. nicht mehr an das rauhe Alpenklima und an die unwirtlichen und insektenarmen nordischen Länder einfach durch Begünstigung der Autogamie anzupassen vermögen, geht vollends deutlich hervor aus ihrem spärlichen Auftreten in diesen beiden Gebieten, das durch die Zahlenübersichten auf Seite 695—699 dargestellt wird.

Die Ursachen, welche das Vorwalten der Autogamie in Polarländern und in den Alpen hervorrufen, sind also teils klimatische, teils liegen sie vielleicht in der Insektenarmut jener Gebiete. In welcher Weise aber vermögen sich nun die Floren jener Gebiete im genannten Sinne abzuändern? Da kann besonders an zwei Vorgänge gedacht werden: an direkte Anpassung, welche wir schon oben kennen lernten, und an indirekte Anpassung durch sog. Auslese. Kehren wir zu dem erstgenannten Vorgang zurück.

„Daß die autogamen Blüten im Hochgebirge und im hohen Norden an Zahl zunehmen, während die allogamen zurücktreten, steht im Zusammenhang mit innern, im Pflanzenorganismus selbst liegenden Faktoren, die das Sexualsystem derselben zu der für die Erhaltung der Art günstigsten Form der Bestäubungseinrichtung bestimmen" (Loew). Auch wir sind geneigt, das Zunehmen der Autogamie im Gebirge „innern, im Pflanzenorganismus selbst liegenden Faktoren oder Kräften" zuzuschreiben, dabei verstehen wir unter diesen Kräften eben die Fähigkeit noch nicht einseitig angepaßter Blüten, auf äußere Einflüsse zweckmäßig zu reagieren, z. B. bei ausgebliebener Fremdbestäubung Bewegungen usw. auszuführen, welche Autogamie bewirken müssen. Freilich würde noch zu untersuchen sein, ob

[1]) Man vergl. Verf. Beiträge zur Blütenbiologie der *Dipsaceen*. S. Anm. 2 Seite 688.

nicht diese direkte Anpassung allgemein nur so erfolgt, wie wir es bei *Biscutella laevigata* L. gesehen haben.

Es darf jedoch nach dem heutigen Stande unseres Wissens nicht behauptet werden, daß jenes Anpassungsvermögen der niedrigen Blüten die alleinige Ursache des Vorwiegens autogamer Blüteneinrichtungen in den Alpen sei. Hier wie in jeder Naturwissenschaft muß man sich vor einseitiger Erklärung der Erscheinungen hüten. Natürliche Auslese spielt gewiß beim Zustandekommen des behandelten Unterschiedes zwischen Tieflands- und Alpenflora mit, wenigstens als ausmerzender Faktor, wenn auch vielleicht erst nachdem das Vorhandensein oder Fehlen jener Selbstanpassungsfähigkeit ihr Gelegenheit zum Eingreifen geboten hat. Erst wenn wir auch dieses Erklärungsmittel herbeiziehen, können wir beispielsweise die immerhin noch hohe Prozentzahl (26,3 bzw. 26,9 s. Seite 712) von rein allogamen Alpenblumen verstehen. Es sind dies eben die eutropen und zwar besonders die Falter- und Hummelblumen (vergl. die Tafeln auf Seite 695). Diese können sich zwar nicht mehr an Autogamie anpassen, werden aber wegen des Reichtums der Alpen an Faltern und Hummeln durch die natürliche Auslese trotzdem nicht eliminiert. In den nordischen Ländern treten die genannten Insekten meist stark zurück (Tafel Seite 700) und darum wird dort auch die Verhältniszahl der allogamen Gewächse durch die ausmerzende Selektion entsprechend erniedrigt, oft bis zum vollständigen Verschwinden solcher Pflanzen. (Tafeln Seite 698 und 712.) Auch im Kaukasus nehmen (s. Seite 697) die eutropen Blüten mit steigender Höhe sehr rasch ab; dies läßt auf ein Zurücktreten der entsprechenden Insektenklasse in jenem Gebirge schließen. — Die Wirkung des Falterreichtums der Alpen wurde übrigens in der 2. Tafel Seite 698 durch Vergleich mit den Floren anderer Gebiete besonders hervorgehoben.

* * *

In derselben Weise wie Loew das Vorwalten der Autogamie im Hochgebirge und im Norden erklärt, können wir auch das häufige Vorkommen windblütiger Pflanzen in jenen Gebieten verständlich machen. Es sind nämlich nach Aurivillius windblütig:

auf Schonen	25,5 %
„ Nowaja Semlja	32,4 „
„ Finnmarken	33,0 „
„ Spitzbergen	37,0 „
„ Grönland	38,0 „

Soweit hier Arten in Frage kommen, die auch im Tiefland windblütig sind, ist zwar Selektion das einzig richtige Erklärungsprinzip. Für die übrigen Fälle jedoch müssen wir Loews Erklärung von den „im

Pflanzenorganismus selbst liegenden Kräften, welche die für die Erhaltung der Art nützlichste Form der Fortpflanzung bestimmen", wieder zu Hilfe rufen. Wie wenig aber die Ausbildung der Windblütigkeit im ganzen mit dem Zunehmen der autogamiefähigen, d. h. der allotropen Blumen Hand in Hand geht, ergibt die Vergleichung obiger Zahlenübersicht mit der graphischen Darstellung auf Seite 699.

Eine weitere Erscheinung, die wiederum den Alpen und den arktischen Gebieten gemeinsam ist und zuerst von Warming in Grönland genauer erforscht wurde, darf ebenfalls nicht einseitig durch jene „innern Anpassungsfaktoren", sondern sie muß gleichzeitig noch durch andere Ursachen, vor allem durch ausmerzende Selektion erklärt werden. Es ist dies die Tatsache, daß sich die meisten entomophilen Gewächse in jenen Gegenden in hohem Maße der vegetativen Vermehrung bedienen, während die Windblütler und die reinen Autogamisten diese Art der Fortpflanzung entbehren.

Fünftes Kapitel.

Die Anlockungsmittel der Alpenblumen.

§ 1. Blumenfarbe.

Das wichtigste unter diesen Anlockungsmitteln ist unstreitig die Blumenfarbe. Ist diese in den Alpen und im Tiefland wesentlich verschieden? Wenn ja: Wodurch ist solche Verschiedenheit entstanden? Vielleicht durch die auslesende Wirkung der Besucher, die ja in den Alpen andere sind als im Tiefland?

Um diese Fragen, insbesondere die letzte, zu beantworten, müssen wir unsere Aufmerksamkeit zuerst der allgemeinen Streitfrage zuwenden, ob die Blütenfarben überhaupt durch die natürliche Auswahl seitens der Insekten abgeändert werden können. Ein genaueres Eingehen auf diesen Streitpunkt ist wiederum nur möglich, wenn wir wissen, ob die Blumenfarben wirklich eine anziehende Wirkung auf die Insekten ausüben.

§§ 1. Wirken Farben anlockend?

Selbst über diesen letzten allgemeinsten Fragepunkt, den unmittelbar zu bejahen vielleicht mancher geneigt sein möchte, tobt zurzeit noch der Kampf verschiedener Meinungen. Sprengel hatte die Sache vom ästhetisch-menschlichen Standpunkte aus betrachtet: „Wenn ein

Insekt, durch die Schönheit der Krone angelockt, sich auf dieselbe begeben hat" usw. Nach eigentlichen Beweisen für diese Annahme, daß die „Schönheit der Krone", d. h. die Blumenfarbe, anlockend wirkt, suchte er gar nicht einmal. Dieser unbewiesenen Annahme SPRENGELS schlossen sich später DELPINO und HERMANN MÜLLER an, indem sie jene nur weiter ausbauten, ersterer durch Einteilung der Blumenfarben und -düfte in verschiedene Klassen, letzterer dadurch, daß er die „Liebhabereien" gewisser Insekten und Insektenkategorien für bestimmt gefärbte Blüten, z. B. diejenige der langrüßligen Bienen für die blauen Blumen, festzustellen suchte. Der erste Forscher, der ungetrübtenen Blickes genug besaß, um jener Frage, ob die Blütenfarben überhaupt anlockend wirken, auf dem allein richtigen Wege des Experimentes näher zu treten, war der Franzose GASTON BONNIER.[1]) Versuche mit verschieden gefärbten und mit Honig beschickten Glaskästchen führten ihn jedoch zu der Überzeugung, daß die Insekten von den Farben gar nicht angezogen würden. Dieser Satz wurde zwar in der Folge durch Angriffe H. MÜLLERS in der Zeitschrift „Kosmos", Angriffe, die sich auf die Methode der BONNIERschen Versuche richteten, entkräftet und methodisch einwandfreiere Versuche von MÜLLER und dem Engländer LUBBOCK schienen von neuem darzutun, daß wenigstens den Bienen eine entschiedene „Farbenliebhaberei" zuzuschreiben sei und daß sich die Blumenfarben hinsichtlich jener Liebhaberei in eine Reihe ordnen lassen, an deren Spitze das Blau steht, über deren weitere Anordnung die Ansichten des deutschen und des englischen Forschers jedoch auseinandergingen. Sie beide hatten also SPRENGELS Annahme, daß die Blumenfarben wirklich Insekten anlocken, als bewiesene Tatsache hingenommen und bloß noch festzustellen versucht, welche Farben besondere Anziehungskraft auf bestimmte Insekten besitzen.

Erst in einer Serie von Schriften, die der belgische Entomologe PLATEAU[2]) vor einigen Jahren veröffentlichte, wird wieder auf jene Grundfrage zurückgegriffen. Dieser Forscher gelangte nach Ausführung einer großen Anzahl z. T. sehr sinnreicher Versuche zu einem ähnlichen Resultate, wie früher schon BONNIER: „Weder die Form noch die lebhafte Färbung der Blüten scheint auf die Insekten eine Anziehung auszuüben." Dieses Resultat rief überall große Erregung hervor. Sogar KNUTH beeilte sich, dem Aufrührer eine Entgegnung auf seine Angriffe gegen die Blumentheorie zu bieten.[3]) Diese Erregung war jedoch eigent-

---

[1]) Les nectaires etc., Paris 1879.

[2]) Comment les fleurs attirent les insectes. Recherches experimentales. Bulletin de l'academie royale des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique, tome XXX—XXXI, 1896—97.

[3]) Botanisches Zentralblatt, Bd. 74, Seite 39—46, oder in dem hierauf bezüglichen Anhange des „Handbuches".

lich ganz unnötig, weil uns, wie wir unten sehen werden, die Beantwortung unserer Frage in dem Sinne, wie sie PLATEAU auffaßt, gar nicht so wichtig erscheinen kann.

In neuester Zeit ist die Bedeutung der Blumenfarben als Anlockungsmittel insbesondere für die Bienen wieder anerkannt worden durch Arbeiten von FOREL und andern Forschern und durch eine Schrift von ANDREAE,[1]) so daß nun wohl als gegenwärtiger Stand unseres diesbezüglichen Wissens angenommen werden kann, daß den Blumenfarben „eine bedeutende attraktive Wirkung zugeschrieben werden muß“.

Die neuern Arbeiten haben einen Faktor fast ganz außer acht gelassen, der doch schon durch die Versuche LUBBOCKS und vereinzelte Arbeiten von KERNER, PLATEAU u. v. a. bekannt geworden sein mußte, nämlich die wichtige Rolle, welche die Gewöhnung im Leben der höhern Insekten und insbesondere in ihrem Blumenbesuch spielt. Die Erfahrungen der Bienenzüchter[2]) sowie die ausgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen über den Gegenstand zeigen ja überhaupt, daß jenen Insekten viele ungemein entwickelte geistige Vermögen eigen sind.[3])

§§ 2. Werden die Blumenfarben durch die Insekten abgeändert?

Wir haben nun die Mittel an der Hand, um zur Beantwortung der zweiten Frage zu schreiten: Werden die Blumenfarben durch natürliche Auswahl seitens der Insekten abgeändert? Der erste und unmittelbarste Weg zur Lösung dieses Problems ist wiederum der experimentelle. Doch dieser ist noch kaum betreten worden. Der andere Weg wäre der statistische: Wenn für ein bestimmtes Gebiet gezeigt werden könnte, daß daselbst die blauen Blumenfarben vorwalten und zugleich auch unter den Bestäubern die Bienen am zahlreichsten sind, so wäre die von H. MÜLLER angenommene „Liebhaberei“ der Bienen für jene Farbe bewiesen. Für dasjenige Gebiet, das uns hier beschäftigt und für welches auch am meisten diesbezügliche Tatsachen bekannt sind, nämlich für die Alpen, ergibt dieses Verfahren aber ein negatives Resultat: Entgegen der Erwartung MÜLLERS, daß die Alpenblumen „verhältnismäßig weniger weiße und gelbe, dagegen mehr rote und blaue Blumenfarben aufweisen“ als diejenigen des Tieflands, zeigt nämlich die genaue Prüfung, daß sich dies gerade umgekehrt verhält. Das hat

[1]) Inwiefern werden Insekten durch Farbe und Duft der Blüten angezogen? Beihefte zum Botanischen Zentralblatt, Bd. XV, 3. Heft, 1903.

[2]) BUTTEL-REEPENS, Sind die Bienen Reflexmaschinen? — Separatabdruck aus dem biolog. Zentralblatt, Bd. XX, 1900.

[3]) Man vergl. FOREL und WASMANN.

Fisch 1897[1]) gezeigt, indem er nachwies, daß die Flora des Gipfelkegels des „Kreuz“[2]) aus:

30 % weißen
27 „ gelben
19 „ roten und nur
24 „ violetten und blauen Blumen

besteht und daß von den Gewächsen des Eckberggrates[2])

29 % weiß
28 „ gelb
20 „ rot und nur
23 „ violett und blau blühen.

Ferner fand Fisch, daß die Flora des Davos aus:

63,3 % hellblütigen und nur
36,8 „ dunkelblütigen (roten, violetten und blauen) Arten besteht und

daß in der Flora des Avers

62,6 % helle und nur
37,4 „ dunkle Blüten vorkommen.

Verfasser hat eine ähnliche Zählung für die gesamte nivale Flora der Schweiz[3]) ausgeführt. Diese besteht nämlich zu

34,5 % aus weißen
27,0 „ „ gelben
16,3 „ „ roten
8,4 „ „ violetten
13,8 „ „ blauen Blüten

also zu

61,5 % aus hellen und nur zu
38,5 „ „ dunkeln (roten, violetten und blauen) Blüten.

Eine auslesende Einwirkung der Insekten auf die Blumenfarben ist also jedenfalls nicht dargetan. Einen vollgültigen Beweis, daß sie unter allen Umständen unmöglich ist, besitzen wir zwar noch nicht. Wenn wir jedoch an die oben besprochenen bedeutenden geistigen Qualitäten der einflußreichsten Blumengäste, der Bienen, denken, so ergibt sich eine allgemeine Überlegung, welche einem Beweise nahekommt. Wie sollten die Bienen, denen in so hohem Grade die Fähigkeit innewohnt, sich einmal an diese, dann an jene Blumenfarbe zu gewöhnen (Lubbock, Müller, Bonnier u. v. a.), ihren Farbensinn gewissermaßen je nach Bedarf abzuändern, durch eine von Generation auf Generation vererbte starre Farbenliebhaberei blaue Blumenfärbungen heranzüchten können? Liegt nicht die Annahme viel näher, daß sich umgekehrt die eutropen Insekten an dunkle Farbentöne angepaßt haben, weil sie die Erfahrung machten, daß diese

---

1) Fisch, Beiträge zur Blütenbiologie. Bibliotheca Botanica, Heft 48.
1) Nach C. Schröter, Das St. Antöniertal 1895.
3) Nach O. Heer, Nivale Flora der Schweiz.

besonders oft den hochentwickelten Blumen mit tiefgeborgenem Honig, den Blüten also, die ihnen am meisten Ausbeute gewährten, eigen sind? Die alsdann sogleich auftauchende neue Frage: Warum kommen denn hochentwickelte Blüten und dunkle Farben so häufig zusammen vor? können wir allerdings noch nicht beantworten. Die Gründe dieses Parallelismus, der übrigens nicht so allgemein ist, wie man auf den ersten Blick glauben möchte, können im Organismus der Pflanzen und in ihrer gegenseitigen Verwandtschaft liegen. Denn es zeigt sich, daß ein mindestens ebenso ausgeprägter Parallelismus auch zwischen der systematischen Zugehörigkeit der Arten und ihrer Blütenfarbe besteht. So wird sich der Leser erinnern, daß sich eine Blütenfarbe innerhalb einer systematischen Gruppe oft mit auffallender Konstanz erhält, so das Ranunculus- oder das Papilionaceen-Gelb, das Blau der Enziane, der Campanulaceen oder Dipsaceen usw. Für die An nahme von im Innern der Pflanze liegenden Gründen der Farbenabänderungen spricht auch die schon von HILDEBRAND beobachtete Erscheinung, daß jene Abänderungen nicht beliebig, sondern stets nach einer gewissen Richtung hin, d. h. nach Maßgabe einer bestimmten Farbenskala erfolgen (blau schlägt — aber nicht bei allen Familien! — leicht in rot, seltener in weiß, nie in gelb um usw.).[1]

§§ 3. Farbenintensität.

„Der erste Eindruck, den die Alpenflora oberhalb der Baumgrenze im Vergleich mit der Pflanzenwelt des Tieflandes auf jeden unbefangenen Beobachter macht, ist der eines auffallend größern Reichtums an farbenprächtigen Blumen“ (LOEW). Zu diesem Resultat waren auch R. KELLER[2]) und H. MÜLLER gekommen. Der Versuch des letzteren, mit Hilfe einer Farbenskala einen Beweis für jenen Satz zu erbringen, gelang zwar nicht, doch führte er MÜLLER selbst wenigstens zu der bestimmten Überzeugung, „daß die Alpenblumen durchschnittlich etwas intensiver und glänzender gefärbt sind, als die des Tieflandes. Am unzweideutigsten tritt dies an einigen Arten und Gattungen zutage, die sowohl im Tiefland als auf den Alpen verbreitet sind. So fand ich (H. MÜLLER) *Orchis latifolia* auf den Alpen fast durchweg erheblich dunkler gefärbt als in der Ebene; *Pimpinella magna* tritt bekanntlich nur auf den Alpen in der rosenroten Abart auf, ebenso haben wir den rosenrötlichen Blüten von *Ligusticum mutellina* und *simplex* keine entsprechend gefärbten *Umbelliferen* des

[1]) Man vergl. die neuesten Arbeiten von BUSCALIONI über Anthokyan und die Schrift von GRANT ALLEN, Colours of Flovers (s. Handbuch).

[2]) Die Blüten alpiner Pflanzen, ihre Größe und Farbenintensität. Sammlung öffentl. Vorträge Schweiz. 1887, Referat im Bot. Zentralbl. Bd. 33 Seite 330 u. f.

Tieflandes gegenüber zu stellen. *Anthyllis Vulneraria, Potentilla aurea, villosa, grandiflora* der Alpen sind in der Regel erheblich intensiver und dunkler orangegelb gefärbt als *Anthyllis Vulneraria* und die gelben *Potentillaarten* des Tieflandes. *Onobrychis sativa, Thymus Serpyllum, Primula farinosa* kommen auf den Alpen dunkler und glänzender rot, *Polygala, Myosotis, Echium, Campanula* dunkler und glänzender blau vor als in der Ebene. Das tiefe glänzende Dunkelblau der *Gentiana vulgaris, bavarica* und *verna* wird von keiner *Gentianaart* der Ebene, von keiner Blume des Tieflandes überhaupt erreicht. Ebenso findet sich für das Orange der *Crepis aurea,* des *Hieracium aurantiacum,* des *Senecio abrotanifolius* unter den *Compositen* des Tieflandes kein Seitenstück." Die Blumenfarben werden also mit steigender Höhe intensiver, leuchtender, insbesondere reicher an roten Bestandteilen. Das hat BONNIER[1]) in sehr schöner Weise auch experimentell nachgewiesen, indem er gewisse Pflanzen gleichzeitig im Tiefland und in den Alpen kultivierte.

Es sei nun noch vor einem Irrtum gewarnt: Die Farben aller Gebirgsblumen zeichnen sich zwar aus durch ihre Intensität. Dennoch kommen in den Alpen, wie wir oben sahen, nicht mehr dunkle (rote, violette und blaue) Blüten vor als im Tiefland. Es kann also auch nicht die Rede davon sein, die Farbenunterschiede zwischen Alpen- und Tieflandblumen auf eine natürliche Auslese durch den in jenen beiden Gebieten verschiedenen Besucherkreis zurückzuführen, wie dies MÜLLER zu tun versucht hat.

Woher rührt denn die intensive Färbung der Alpenblumen? Es liegt nahe, die Ursache in der alpenaufwärts abnehmenden Gesamtzahl der Insektenbesuche zu suchen, weil durch dieses Abnehmen der Konkurrenzkampf der einzelnen Blüten um den Kreuzung vermittelnden Insektenbesuch sich stets verschärft. Diese Erklärung wurde schon öfter zu geben versucht, und wenn H. MÜLLER das Abnehmen der Besuchszahl mit steigender Höhe erkannt hätte, so müßte er sich ihr angeschlossen haben. Uns aber erscheint sie dennoch nach dem, was wir über den Einfluß der Blütenfarben auf die Insekten gehört haben, als nicht haltbar. Spätere experimentelle Untersuchungen über die Blumenfarben haben überdies wahrscheinlich gemacht, daß die Ursachen der leuchtenden Farben der Alpenblumen und insbesondere des Vorwiegens roter Farbenbestandteile rein physiologische Wirkungen des Alpenklimas sind. So fand OVERTON auf experimentellem Wege,[2]) daß das Auftreten von rotem Zellsaft in den verschiedensten Pflanzenteilen u. a. besonders ab-

---

[1]) Recherches experimentelles sur l'adaptation des plantes au climat alpin, 1895.

[2]) Man vergl. das Literaturverzeichnis in KNUTHS Handbuch.

hängig ist vom Licht und von der Temperatur: Die Rotfärbung wird deutlicher mit abnehmender Temperatur und mit steigender Lichtintensität. Diese beiden Faktoren treffen für die hochalpine Region gleichzeitig und in hohem Grade zu. Schon vorher hatte SCHÜBELER[1]) die Resultate seiner 30 Jahre lang fortgesetzten Versuche über die Einwirkung des Lichtes auf die Blüten veröffentlicht. Er hatte gefunden, daß das ununterbrochene Tageslicht des nordischen Sommers den Farbenglanz der Blumen ebenso sehr steigert, wie die starke Lichtstrahlung im Hochgebirge, durch welche die Farben von *Crepis aurea*, *Nigritella angustifolia, Saxifraga biflora, aïzoides* und *oppositifolia* entstanden sind. Zu denselben Ergebnissen gelangten später auch SARGNON[1]) und HECKEL[1]). Wir wissen überdies, daß infolge Temperaturwirkungen oft außer den Blüten auch die vegetativen Teile der Pflanzen sich röten und daß der roten Farbe vielfach die Bedeutung eines Kälteschutzmittels zuzuschreiben ist.

§ 2. Blütengröße.

Immer wieder wurde die Frage aufgeworfen, ob sich die Alpenpflanzen auch durch größere Blüten von denen des Tieflandes unterscheiden. Diese Frage wurde von DODEL-PORT,[1]) MUSSET,[1]) HECKEL u. a. bejaht, man ging bereits daran, nach einer Erklärung zu suchen. H. MÜLLER, R. KELLER, BONNIER zeigten indessen durch direkte Messungen und Kulturversuche, daß eine Zunahme der absoluten Größe der Blumen gar nicht zu konstatieren ist, daß im Gegenteil die Alpenblumen oft etwas kleiner sind als diejenigen des Tieflandes. Wohl aber nimmt die relative Größe der Blüten, d. h. ihr Durchmesser verglichen mit der Länge der ganzen Pflanze mit steigender Bergeshöhe und wachsender geographischer Breite erheblich zu. H. MÜLLER selbst erklärt dies in folgenden Worten: „Durch klimatische Faktoren ist eine Verkleinerung der vegetativen Teile der Pflanzen in den Alpen bestimmt. Diese Verkleinerung trifft naturgemäß die Blüten weniger oder gar nicht. Dadurch sind diese relativ größer geworden und werden darum augenfälliger“. Dies ist für uns wichtig; denn da hier also das Alpenklima nicht wie hinsichtlich der Farben auf die Blüten selber, sondern nur auf die übrige Pflanze einwirkt, so haben wir uns über die Art dieser Einwirkung an dieser Stelle gar nicht weiter zu befassen. (Man vergleiche hierüber die einleitenden Abschnitte dieses Werkes.) Wir geben im nachfolgenden nur noch einige Figuren nach BONNIER, welche das relative Größerwerden der Blüten mit steigender Höhe treffend darstellen.

---

[1]) Man vergl. das Literaturverzeichnis in KNUTHS Handbuch.

Fig. 271.

Taraxacum officinale; a. im Tiefland, b. im Gebirge gezogen, beide im gleichen Maßstab, c. stellt dieselbe Pflanze wie b. dar, jedoch so vergrößert, daß ihr Blattwerk ungefähr so groß ist wie dasjenige von Fig. a. Nach BONNIERS „Adaptatian des plantes" usw.

Fig. 272.

Scobiosa lucida; a., b. und c. wie bei der vorigen Figur. Nach Bonniers „Adaptatian“ usw.

§ 3. Duft und Honigabsonderung.

Alles was wir oben (§ 1 Seite 719) über die Blumenfarben und ihre Bedeutung für die Insekten gesagt haben, gilt zugleich auch für die übrigen Anlockungsmittel, namentlich für den Duft: Ob dieser wirklich anlockende Kraft besitze, ist in ähnlicher Weise oft bestritten und erneut bewiesen worden und darf jetzt als festgestellt betrachtet werden. Daß er aber durch eine starre „Duftliebhaberei" der Insekten gezüchtet worden wäre, vermögen wir ebenfalls nicht mehr anzunehmen. Die Insekten, insbesondere die auch geistig hochstehenden eutropen Insekten, werden sich vielmehr den Duft bloß zu Nutze machen, um die ihnen am besten zusagenden Blüten um so leichter aufzufinden.

Daß auch der von jedem Alpenwanderer leicht wahrzunehmende gesteigerte Duft der Alpenblumen eine direkte Wirkung der stärkern Sonnenintensität infolge der leichter durchstrahlbaren Atmosphäre, der starken Temperaturschwankungen und der übrigen Faktoren des Alpenklimas darstellt, ist nach den Untersuchungen von Boulger,[1] Mesnard[1] u. a. sichergestellt.

Ganz dasselbe gilt auch von der Honigabsonderung. Daß diese mit steigender Höhe zunimmt, haben Bonnier und Flahault[1] in den Pyrenäen nachgewiesen. Sie gaben den Honigertrag von ca. 2000 Bienenstöcken im Departement der Ostpyrenäen für Zonen von 300 zu 300 m Höhe wie folgt an:

0—300 m	=	3,06 kg
300—600 ,,	=	4,08 ,,
600—900 ,,	=	5,00 ,,
900—1200 ,,	=	7,00 ,,
1200—1500 ,,	=	9,33 ,,

Vollkommen beweiskräftig wären diese Zahlen allerdings erst dann, wenn die in unserm 3. Kapitel wahrscheinlich gemachte Abnahme der Blumenbesucher mit zunehmender Höhe wirklich erwiesen wäre. Auch der im Gebirge regeren Tätigkeit der Insekten mag ein Anteil an dem steigenden Honigertrag zukommen, doch ist beides wohl nicht so erheblich, daß dadurch die soeben mitgeteilten Zahlen ihrer Beweiskraft beraubt würden.

Schlußbetrachtung.

Wir haben in dem nun abgeschlossenen Abschnitt den Zusammenhang der blütenbiologischen Erscheinungen der Alpenflora mit den sie umgebenden Lebensbedingungen, Klima und Insektenbesuch zu erklären versucht. Da ähnliche Bedingungen, welche in unsern Alpen diese

---

[1]) Man vergl. das Literaturverzeichnis in Knuths Handbuch.

[2]) Vergl. Handbuch.

Abänderungen hervorrufen, auch in andern Gebirgen und im hohen Norden wiederkehren, so haben wir eine durchgreifende Übereinstimmung der Blüteneinrichtungen der alpinen Flora mit derjenigen anderer Gebirge und der arktischen Länder aufgefunden. H. MÜLLER spricht diese Tatsache zusammenfassend am Schlusse seines Hauptwerkes[1]) aus und wir können unsere Betrachtung nicht besser als mit diesen Worten des Meisters schließen:

„Dieselben Insektenabteilungen, welche auf den Hochalpen bis zu den äußersten Grenzen der Blumenwelt hinauf vorherrschen und dieser ihr Gepräge aufdrücken, scheinen auch im äußersten Norden diese Rolle zu spielen. Es läßt sich daher vermuten, daß diese Ähnlichkeit der polaren und alpinen Blumenwelt, die ja bis zu sehr hohen Breitengraden und Alpenregionen bereits feststeht, bis zu den äußersten Grenzen ihres Daseins andauert."

Damit sind wir am Schlusse unserer Betrachtungen angelangt. Noch recht bescheiden will uns das, was wir wissen, neben dem erscheinen, was uns noch verborgen ist und sich bergeshoch vor uns erhebt. Und doch dürfen wir mit Genugtuung auf die mühevollen Arbeiten der Meister der Blütenbiologie hinblicken: Haben uns diese doch das Fundament für die zukünftige Forschung gesichert, nämlich eine scharfe Fragestellung für neue Beobachtungen und Versuche. Auf diese Fragestellung an geeigneten Orten auch den Nichtbotaniker hinzuweisen und ihn so zu wissenschaftlicher Mitarbeit zu ermuntern, war der Hauptzweck dieser Zeilen. Möge er da und dort erreicht werden!

---

[1] Alpenblumen.

Fünfter Abschnitt.

Die Verbreitungsmittel der Alpenflora.

Von Prof. Dr. PAUL VOGLER in St. Gallen.

Erstes Kapitel.

Allgemeines.

Die Pflanze ist im Gegensatz zum freibeweglichen Tier an die Scholle gebunden. Da, wo das Samenkorn gekeimt hat, muß sie in der Regel auch ihren ganzen Entwicklungsgang vollenden; sie wächst heran, blüht, fruchtet und stirbt nach längerer oder kürzerer Zeit, um andern Platz zu machen. Für das einzelne Individuum liegt in dieser Eigenschaft kein Nachteil; denn alle Nahrung, deren es für seine Entwicklung bedarf, findet es in seiner nächsten Umgebung; der Erdboden, die Luft sind seine Nährstoffquellen; diesen muß es nicht nachgehen; es kann durch Ausdehnung seines Wurzel- und Astwerks immer genügend Nahrung erreichen; der Vorrat daran ist fast unerschöpflich.

Sobald wir aber die Pflanze nicht nur als Einzelindividuum betrachten, sondern als Glied einer Kette von Generationen, ändert sich das Bild. Wo die Mutterpflanze lebt, hat keine Tochterpflanze Platz, und selbst wenn sie einjährig ist, könnte an ihre Stelle höchstens eine Tochter treten. Damit wäre aber einer Hauptaufgabe aller Lebewesen, der Erhaltung der Art, nur schlecht gedient. Ein Zufall könnte mit dem Individuum auch die Art vernichten. So ist also die Pflanze gezwungen, für eine Verbreitung ihrer Nachkommen zu sorgen, diesen die Möglichkeit zu schaffen, neue Standorte aufzusuchen.

Dieses Ziel wird nun auf mannigfaltige Art erreicht, durch Ausrüstung der Früchte und Samen mit passiv wirkenden Verbreitungsmitteln. Wir verstehen unter „Verbreitungsmittel“ irgend eine Einrichtung an Frucht oder Samen, die den Transport derselben erleichtert und so dafür sorgt, daß die Keime möglichst zerstreut werden. Wie schon betont, wirken diese Verbreitungsmittel im allgemeinen passiv, d. h. für sich allein sind sie machtlos; sie sind da und warten auf die treibende Kraft, das „Verbreitungsagens“. Nur zusammen mit diesem außerhalb der Pflanze liegenden Faktor können sie wirksam werden. Als solche Verbreitungsagentien kommen in Betracht: die bewegte Luft, die herumstreifenden und fliegenden Tiere, das Wasser. Und an diese verschiedenen Agentien sind die Früchte und Samen oft in

trefflicher Weise angepaßt: Haar- und Flügelanhängsel erleichtern den Transport durch den Wind; mit Häkchen und Klebstoffen kleben sich die Keime an den Pelz der Tiere; fleischige Früchte mit unverdaulichen Samen werden von den Vögeln gefressen und die Samen später wieder abgesetzt; Schwimmeinrichtungen und Widerstandsfähigkeit der Samen gegen das Wasser ermöglichen den Transport durch Bäche und Flüsse.

Das gilt für die Pflanzen aller Gebiete. Je besser ihre Nachkommen mit solchen Verbreitungsmitteln ausgestattet sind, um so rascher werden sie neue Standorte aufsuchen können, um so gesicherter erscheint also die Existenz der Art. Für die Pflanzenwelt der Alpen wird aber ihre Bedeutung nicht unwesentlich erhöht, wenn wir folgendes berücksichtigen. In der Ebene kann die Zahl der gegebenen Standorte als ziemlich konstant gesetzt werden, und es gilt hier der Satz, daß aller verfügbare Platz von der Vegetation eingenommen ist, in weitem Umfang; wo auch ein Samenkorn hinfällt, hat die junge Pflanze den Kampf mit schon vorhandenen aufzunehmen. Nicht so in den Alpen. Hier ist die Konstanz der Standorte eine viel geringere; bestehende Standorte verschwinden, neue entstehen täglich. Grundlawinen reißen die Verwitterungskrume und Rasendecke auf große Strecken weg und lagern den Schutt an andern Stellen wieder ab; Wildbäche fressen die Abhänge viel plötzlicher und rascher an als die Flüsse der Ebene und bilden weiter unten große, kahle Schuttkegel; Murgänge überdecken oft große Gebiete mit fruchtbarem Schlamm; größere und kleinere Bergstürze, vom rollenden Stein der Steinschlagrinne bis zum Felssturz von Tausenden von Kubikmetern, schaffen an ihrem Ursprungsort und an ihrer Ablagerungsstätte neue kahle Stellen; die Gletscher weichen zeitweise zurück und lassen ein ödes Schuttfeld hinter sich. Auf alle so entstehenden Standorte dringt die Vegetation vor. Bei der Eroberung dieser Gebiete sind selbstverständlich die zuerst ankommenden Arten, d. h. also diejenigen mit den besten Verbreitungsmitteln, im Vorteil; denn sie kämpfen als die „beati possidentes“ in dem auch hier nachher sich entwickelnden Konkurrenzkampf von einer begünstigten Position aus.

Zweites Kapitel.

Die Verbreitungsagentien in der alpinen Region und die Anpassungen der Pflanzen an dieselben.

Die an den Pflanzen eines Gebietes vorkommenden Verbreitungsmittel müssen in engem Zusammenhang stehen mit der Wichtigkeit der Verbreitungsagentien daselbst. Bei den Strandpflanzen werden Anpassungen aus Wasser häufig sein; in der Steppe aber werden sie

fehlen. Und so gehn wir auch, wenn wir nach den Verbreitungsmitteln der Alpenpflanzen fragen, am besten aus von einer Betrachtung der Verbreitungsagentien. Als solche kommen, außer dem Menschen, dessen Kultur mit oder gegen seinen Willen sehr viele Arten: Wiesenpflanzen, Ackerpflanzen und Unkräuter folgen, in unserer Region in Betracht: der Wind, die Tiere und das Wasser.

Das wichtigste Verbreitungsagens ist der Wind, in der Ebene sowohl als in der alpinen Region; aber in der Höhe ist er noch viel bedeutungsvoller als in der Tiefe, ganz abgesehen von der viel größeren Gewalt, mit der die Stürme unsere Alpengipfel umbrausen und sich durch die Paßlücken zwingen (siehe oben Seite 55—56). Für unsere Betrachtung können wir von diesen Stürmen absehen; denn ihre Gewalt ist ja so groß, daß sie alles, was nicht niet- und nagelfest ist, mit sich reißen; um von solchen transportiert zu werden, brauchten die Samen gar keine besondere Flugausrüstung. Es leuchtet aber sofort ein, daß auch die schwachen Luftbewegungen in den Alpen für die Verbreitung der Pflanzen viel wirksamer sein können als im Tal, wenn ihnen leichtbewegliche Samen dargeboten werden.

Überall entsteht durch die Erwärmung der ruhigen Luft ein aufsteigender Luftstrom, mit dem behaarte Samen emporsteigen. Während er aber in der Ebene diese Samen meist nicht weit fortführt, sondern in nächster Nähe wieder absetzt, trägt er in den Bergen dieselben an die steilen Hänge und besiedelt diese so mit reicher Vegetation. Aber auch die horizontalen Luftströmungen, selbst solche von geringer Stärke, sind in den Alpen leistungsfähiger als in der Ebene, aus zwei Gründen: Samen und Früchten, die nicht hoch über den Boden erhoben sind, setzen in der Ebene die Wälder Hindernisse entgegen, die in der alpinen Region wegfallen. Dazu kommt, daß Samen, die von Gipfeln, Kämmen und andern erhöhten Standorten weggeblasen werden, selbst wenn sie konstant fallen, viel größere Horizontaldistanzen zurücklegen können, ehe sie am Boden anlangen.

Danach ist schon ohne weiteres zu erwarten, daß in der alpinen Region, entsprechend der größeren Bedeutung des Windes als Verbreitungsagens, auch die Arten mit demselben angepaßten Samen prozentual zahlreicher sind als in der Ebene. Und mit dieser Annahme stimmen auch die Zahlen überein. Während von der Gesamtzahl der Schweizer Blütenpflanzen 41,3 % solche Anpassungen aufweisen, sind es für die alpine Region 52,4 %; also eine Differenz von mehr als 10 %.

Welches sind nun diese Anpassungen an Windverbreitung? Wir können leicht einige verschiedene Gruppen unterscheiden, davon sind die wichtigsten folgende drei: 1. Haarbildungen, 2. Flügelbildungen, 3. Kleinheit der Samen. Aus der großen Masse des Materials sollen

wenigstens einige Typen, die wieder die Vielgestaltigkeit dieser Gruppen zeigen, herausgegriffen werden.

Am reichlichsten sind Haarbildungen als Flugapparate vertreten in der artenreichen Familie der Kompositen oder Körbchenblütler. Die hübschen „Lichtlein" des gemeinen Löwenzahns (Fig. 273, 2) finden wir nicht nur in der Ebene; er steigt hinauf bis in die höchsten Regionen der Alpen. Diesen eigenartigen, sich bei trockener Luft fallschirmartig ausbreitenden Haarschopf nennt die Wissenschaft Pappus; es ist eigentlich der bei der Reife haarförmig auswachsende Kelch. Der leiseste Luftzug genügt, um die kleinen Früchtchen emporzuheben, und wie Mücken schweben sie dann dahin. Das dürfte wohl der beste Flugapparat sein. Und so finden wir ihn auch in der Tat am häufigsten. Von den schweizerischen Kompositen besitzen nicht weniger als 79 %, von den in der alpinen Region vorkommenden sogar 85 % dieses Verbreitungsmittel. Es ist kaum nötig, hier Namen zu nennen: die *Erigeron*, *Antennaria*, *Senecio*, *Leontodon* (Fig. 273, 14), *Crepis* (oben Fig. 171, S. 378) und *Hieracium* sind ja allbekannt.

Ähnlich wie der Pappus funktionieren jene Haarschöpfe, die wir an den Samen von *Epilobium* und der *Salices* (Fig. 1 und oben Fig. 78, 84, 89, 91, 92, 94 u. 95), an den Früchtchen von *Eriophorum* (Fig. 273, 8 und oben Fig. 156, S. 344), finden. Etwas weniger wirksam mögen die Haarschweife verschiedener Anemonen, der *Dryas* und der *Sieversia* (Fig. 273, 3) sein; denn die Früchtchen sind hier schwerer und die Haare verhältnismäßig kurz. Diese Haarschweife entstehen dadurch, daß an den einzelnen Früchtchen, die zu vielen beisammen stehend die Sammelfrucht bilden, der Griffel sich bei der Reife streckt und bärtig wird. Dieser ganze Federbusch ist so hübsch, daß kein Alpenwanderer es unterläßt, einige solcher auf seinem Hute mit ins Tal zu nehmen. „Alter-Mann" (*Anemone*), „Frauenhaar" (*Dryas*) bezeichnen in der Volkssprache treffend diese Fruchtstände (siehe oben Fig. 68 S. 190).

Auch unter den Flügelbildungen gibt es ziemlich reiche Abwechslung. Bald finden wir einfach plattgedrückte Samen mit häutigem Rand (viele Kreuzblütler [*Arabis coerulea* Fig. 273, 12 u. a.], *Heliosperma quadrifidum* Fig. 273, 11, *Gentiana pannonica* Fig. 273, 7), bald trägt das ganze Früchtchen den Flügel oder die Flügel (Brillenschötchen [Fig. 273 9], Gletscherhahnenfuß [Fig. 273. 13], *Laserpitium panax* [Fig. 273, 4]), bald zerfällt eine Hülse in einsamige, flachgedrückte, berandete Teilstücke (*Hedysarum obscurum* [Fig. 273, 10]). Noch wirksamer werden diese Flügelbildungen, wenn sie fallschirmartig ausgebildet sind; dann können die Früchtchen auch leicht durch den aufsteigenden Luftstrom emporgeführt werden. *Armeria alpina* (Fig. 273, 6), *Scabiosa lucida* (Fig. 273, 5) sind Beispiele dafür.

Endlich bleiben uns noch die „kleinen Samen". Da zeichnen sich

Fig. 273.

Die wichtigsten Typen der Anpassung an Windverbreitung bei Same u. Frucht der Alpenpflanzen.

Erläuterung zu Fig. 273.

1. *Salix myrsinites*, Samen mit Haarschopf. 2. *Taraxacum officinale*, Frucht mit gestieltem Pappus; ganz gleich bei *T. alpinum*. 3. *Sieversia montana*, Früchtchen durch den fedrigen Griffel geschwänzt. 3a. Ganze Sammelfrucht. 3b. Ein Früchtchen. 4. *Laserpitium latifolium*, Früchte mit geflügelten Rippen. 5. *Scabiosa graminifolia*, ganz ähnlich wie alpine *Sc. lucida*, Außenkelch mit häutigem Rand. 6. *Armeria alpina*, Kelch häutig. 7. *Heliosperma quadrifidum*, Same mit einem Papillenkranz. 8. *Eriophorum angustifolium*, analog dem rein alpinen *Scheuchzeri*, Früchtchen von haarförmigen Perigonborsten begleitet. 9. *Biscutella laevigata*, Früchte in zwei ringsum geflügelte Teilfrüchtchen zerfallend. 10. *Hedysarum obscurum*, Gliederhülse, in geflügelte, einsamige Stücke zerfallend. 11. *Gentiana pannonica*, Same ringsum mit breitem häutigem Flügel. 12. *Arabis coerulea*, ebenso. 13. *Ranunculus glacialis*, Früchtchen mit flügelartigem Kiel. 14. *Leontodon pyrenaicus*, Frucht mit ungestieltem Pappus.

(1—6 nach Kerner, 7—9 und 14 nach der Natur, 10—13 nach Vogler, von L. S.)

namentlich die Orchideen aus; staubfein sind ihre in ungeheurer Zahl erzeugten Samen, mit einem Gewicht von 0,002—0,008 mg, also 50—100000 gehen auf ein einziges Gramm. Unter den Felsenpflanzen seien die *Saxifraga*- und *Sedum*-Arten erwähnt: *Saxifraga aspera* 0,01, *aizoides* und *cotyledon* 0,04, *aizoon* 0,06, *Sedum maximum* 0,04 mg. Auch die Alpenrosensamen mit 0,025 mg, die der alpinen Primeln 0,07—0,26 mg und der alpinen Glockenblumen (0,13 mg) gehören hierher. Diese „kleinen Samen“ sind aber nicht nur leicht transportabel durch den Wind, sie können auch leicht eindringen in die engsten Spalten im Gestein und so einer Pflanze Standorte verschaffen, wo ihr großsamige nicht folgen können. Eine Auswahl von Gewichten solcher kleinen Samen gibt folgende Tabelle:

Gewichte kleiner Samen und Früchte: 1 mg = $\frac{1}{1000}$ Gramm.

Cephalanthera pallens	0,002 mg	*Erigeron alpinus*	0,19 mg
Pirola uniflora	0,004 „	*Achillea nana*	0,20 „
Gymnadenia conopea	0,008 „	*Arabis coerulea*	0,24 „
Saxifraga aspera	0,010 „	*Soldanella alpina*	0,24 „
Gentiana nivalis	0,015 „	*Cerastium alpinum*	0,25 „
Rhododendron ferrugineum	0,025 „	*Primula auricula*	0,26 „
Phytemna corniculatum	0,027 „	*Draba aizoides*	0,29 „
Parnassia palustris	0,03 „	*Erica carnea*	0,30 „
Sedum maximum	0,04 „	*Potentilla multifida*	0,31 „
Phyteuma Michelii	0,04 „	*Gentiana vulgaris*	0,34 „
Saxifraga aizoides	0,04 „	*Ranunculus glacialis*	0,35 „
„ *cotyledon*	0,04 „	*Potentilla grandiflora*	0,40 „
„ *aizoon*	0,06 „	*Gentiana purpurea*	0,48 „
Primula farinosa	0,07 „	*Sibbaldia procumbens*	0,50 „
Alsine verna	0,07 „	*Silene acaulis*	0,54
Lychnis alpina	0,08 „	*Gentiana pannonica*	0,565 „
Veronica aphylla	0,10 „	*Gypsophila repens*	0,67 „
Saxifraga oppositifolia	0,10 „	*Silene valesia*	0,705 „
Heliosperma quadrifidum	0,12 „	*Alsine liniflora*	0,81 „
Campanula thyrsoidea	0,13 „	*Cerastium latifolium*	0,81 „
„ *Scheuchzeri*	0,14 „	*Aster alpinus*	0,86 „
Draba incana	0,16 „		

Neben dem Wind treten die übrigen Verbreitungsagentien: Tiere und Wasser schon in der Ebene, noch mehr aber in der Alpenregion zurück. Für die Tiere erscheint uns das selbstverständlich, sobald wir bedenken, wie wenig Tierleben in diesen Höhen herrscht. Einige Pflanzen mit fleischigen oder sonst nährstoffreichen Früchten steigen allerdings weit hinauf, durch Vögel vertragen. Die Häher verbreiten die „Arvennüßchen", und mancher, der die schweren Samen der Arve kennt, wird sich erstaunt gefragt haben, wie dieser Baum bisweilen auf unzugängliche Felsklippen getragen worden sein möge. Der Nußhäher speichert nach Tschudy bisweilen bis 40 solcher Arvennüßchen in seinem Kropfe auf, manches geht dann gelegentlich verloren und kommt an sonst unzugänglicher Stelle zum Keimen. *Polygonum viviparum* wird hauptsächlich vom Schneehuhn verbreitet, dessen Hauptnahrung die Brutknöllchen dieser Pflanze bilden. Sonst sind die echt alpinen Spezies dieser Gruppe bald gezählt: außer den zwei erwähnten gehören hierher nur noch: *Juniperus nana*, *Rhamnus pumila*, *Daphne striata*, *Arctostaphylos uva-ursi* und *Vaccinium uliginosum*, und auch von den sonst tiefern Lagen angehörenden Arten steigen nur noch 17 bis in die Alpenregion.

Eine zweite Anpassung an die Verbreitung durch Tiere bilden die Häkel- und Kletteinrichtungen. Damit ist es in unserer Region noch schlechter bestellt. Nur einige Weidepflanzen finden das Verbreitungsagens in genügendem Maße; für die übrigen wäre dieses Verbreitungsmittel wertlos.

Und zum Schluß noch das Wasser. Als stehendes Wasser kommen die Alpenseen in Betracht; aber wegen der niedrigen Temperatur nähren diese fast keine Phanerogamen. Das fließende Wasser der Wildbäche kann freilich leicht Früchte und Samen, ja ganze Pflanzen transportieren; aber bei der großen Gewalt desselben braucht es dafür keinerlei besondere Einrichtungen, und so finden wir gewöhnlich von unsern Alpenbächen eine ganze Sammlung alpiner Arten ohne jede Auswahl herabgeschwemmt.

Es bleibt uns also als Hauptresultat das Vorherrschen der durch den Wind verbreiteten Arten (der Anemochoren), entsprechend der hervorragenden Bedeutung, die die Bewegungen der Atmosphäre in den Alpen besitzen.

Den Parallelismus zwischen den Verbreitungsagentien und den Verbreitungsmitteln in den verschiedenen Regionen der Schweiz zeigt am deutlichsten die Tabelle S. 737.

Zu vergleichen sind namentlich die Rubriken 2 mit 5, d. h. also die nicht alpinen Arten mit den eigentlich alpinen, und 3 mit 6, d. h. die nicht in der Alpenregion vorkommenden mit den daselbst vorkommenden.

Tabelle über die Verbreitungsmittel in den verschiedenen Regionen.

Verbreitungsagentien und Verbreitungsmittel	1. Total der Schweizerpflanzen		2. Pflanzen, deren Hauptverbreitungsareal unterhalb der alpinen Region liegt = nichtalpine Arten		3.		4.		5. Pflanzen, deren Hauptverbreitungsareal in der alpinen Region liegt = alpine Arten		6. Pflanzen, welche überhaupt in der alpinen Region vorkommen = Rubrik 4. u. 5.	
			Total		nicht in die alpine Region steigend		in die alpine Region steigend					
A. Agens: Wind.		%		%		%		%		%		%
I. Haarbildungen	327	14,3	259	13,2	198	12,4	61	17,2	68	19,8	129	18,4
II. Flügelbildungen	236	10,3	188	9,6	149	9,3	39	11,0	48	14,0	87	12,5
III. Herabsetzung d. sp. Gew.	113	4,9	100	5,1	78	4,9	22	6,2	13	3,8	35	5,0
IV. kleine Samen	271	11,8	196	10	156	9,8	40	11,3	75	21,9	115	16,5
Total Wind	947	41,3	743	**37,9**	581	**36,4**	162	45,7	204	**59,5**	366	**52,4**
B. Agens: Tiere.												
V. Nährstoffreiche Früchte	173	7,5	165	8,5	148	9,1	17	4,8	8	2,3	25	3,6
VI. Häkel- u. Klettfrüchte	116	5,1	114	**5,9**	93	**5,8**	21	5,9	2	**0,6**	23	**3,3**
VII. Durch Ameisen verbr.	11	0,5	10	0,5	9	0,6	1	0,3	1	0,3	2	**0,3**
Total Tiere	300	13,1	289	**14,9**	250	**15,5**	39	11	11	**3,2**	50	**7,2**
C. Agens: Wasser	88	3,8	87	**4,4**	65	**4,1**	22	6,2	1	**0,3**	23	**3,3**
D. ohne Verbreitungsmittel	959	41,8	832	42,5	701	43,9	131	37	127	37,1	258	36,9
Total der Arten	2294		1951		1597		354		343		697	

Aus der Tabelle lassen sich auch noch andere Verhältnisse berechnen, die den Zusammenhang zwischen Verbreitungsagens und Verbreitungsmittel beleuchten. Z. B.: Von den 2294 Spezies der Schweiz kommen in der alpinen Region überhaupt vor 697 oder 30,4 %; von den anemochoren (947) aber 366 oder 51,1 %; von den zoochoren (durch Tiere verbreiteten) (50) dagegen nur 16,7 %.

Drittes Kapitel.

Die Bedeutung der Verbreitungsmittel für die Alpenpflanzen.

Nachdem wir soeben die engen Beziehungen zwischen den Verbreitungsmitteln und den Verbreitungsagentien festgestellt, müssen wir noch nach der Wirksamkeit dieser Einrichtungen fragen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um die anemochoren Arten. Wie weit können Früchte und Samen auf den Flügeln des Windes wandern? Man ist leicht geneigt, diese Wirksamkeit zu überschätzen, und gleich an Transporte über ganze Erdteile zu denken. Anderseits kam der bekannte Verfasser des „Pflanzenlebens" A. Kerner v. Marilaun auf Grund seiner Untersuchungen in den Alpen zum Schluß, daß Früchte und Samen nur auf ganz kurze Distanzen getragen werden. Die eine wie die andere Ansicht ist aber einseitig. Unsere Nachforschungen haben uns gezeigt, daß nicht selten auf Gletscherfirnen, 10 und mehr Kilometer vom Ursprungsort entfernt, Buchenblätter gefunden werden; daß diese und andere Gegenstände oft über hohe Bergkämme hinweggetragen werden. So fand z. B. Coaz 1878 Buchenblätter auf dem Gerstengletscher und am Nägelisgrätli auf dem Schnee, also ca. 10 km vom nächsten Standort (Ägerstein bei Guttannen) entfernt. 1878 führte der Wind Kastanienblätter aus dem Bergell ins Avers hinüber über die Bergkämme aus mindestens 12 km. Muret fand am Monte Rosa zwischen 4000 und 4200 m Blätter von Sorbus Aria, die aus der Tiefe und mindestens 15—20 km Entfernung stammen müssen. Selbst auf den Concordiaplatz des großen Aletschgletschers wurden Buchenblätter geweht, wie Christ uns mitteilte; diese kamen entweder aus dem Wallis herauf aus mindestens 25 km Entfernung oder dann aus dem Berner Oberland über die Berge aus 15 km. Solche Beobachtungen sollten noch mehr gesammelt werden. Da kann jeder Alpenwanderer der Pflanzengeographie durch Mitteilung solcher Funde einen Dienst erweisen; denn je mehr Belege für die Transportmöglichkeit von Objekten

auf große Distanzen wir haben, um so besser. Vorsicht muß man allerdings bei der Verwertung solcher Funde walten lassen; gerade Blätter werden oft als Streu und Lager in den Alphütten gebraucht, und dann von Menschen weit über den höchsten Standort des betreffenden Baumes getragen. Also soll man, um sicher zu gehen, nicht nur den nächsten Standort, sondern auch die nächsten Alphütten ermitteln. Trotz dieser Fehlerquellen dürfte aber durch die ausgeführten und andere Beispiele die Möglichkeit des Transportes auf Distanzen von 10—25 km nachgewiesen sein.

Und nun die Bedeutung dieses Nachweises! Schon manchem Beobachter ist es aufgefallen, daß gegenüber Windlücken, wie sie Paßeinschnitte darstellen, die Flora oft reicher ist als in der Umgebung. Es sind eben einzelne Pflanzen, die dem Gebiet sonst fehlen, über diese Pässe auf den Flügeln des Windes eingewandert. Die Anwesenheit mancher Seltenheit in einem eingeschlossenen Alpental mag so zu erklären sein. Aber auch direkte Beobachtungen der Neueinwanderung von Pflanzen auf diesem Wege liegen uns vor. In den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts hatte HEER die Pflanzenwelt des abgeschlossenen Sernftales gründlich erforscht. 50 Jahre nach ihm, 1887, konnte aber STAUFFACHER eine Anzahl neuer Arten daselbst konstatieren, die so auffallend sind, daß sie dem geübten Auge eines HEER gewiß nicht entgangen wären. Über den 2195 m hohen Riesetenpaß sind in der Zwischenzeit aus dem St. Galler Oberland *Orchis morio* und *Centaurea rhapontica*, über den Foopaß (2290 m) *Galeopsis speciosa*, über den Segnespaß *Saponaria ocymoides* und über den Panixerpaß *Delphinium elatum* eingewandert.

Dadurch wird es auch ziemlich sicher, daß die *Centaurea rhapontica* die auf der Alp Mans einen versprengten Standort besitzt, vom Föhn durch die Saxerlucke hingetragen wurde; ebenso hat dieser trockene Wind die Samen von *Cardamine resedifolia*, die 1807, 1830 und 1877 am Altmann bzw. Säntis vorübergehend beobachtet wurde, von Zeit zu Zeit aus dem St. Galler Oberland, aus ca. 25 km Distanz, hergeweht. Da es sich aber bei allen diesen Erscheinungen wohl um Wirkung der Stürme handelt, die selbst schwere Körper transportieren können, spielen dabei die bessern oder schlechtern Verbreitungseinrichtungen nur eine untergeordnete Rolle. Doch ist es nicht uninteressant, daß von den vorhin angeführten Arten nur zwei: *Galeopsis speciosa* und *Saponaria ocymoides* ohne Anpassung an Windverbreitung sind. *Centaurea rhapontica*, besitzt einen Pappus, *Orchis Morio* kleine Samen, die zudem noch von einer lose anliegenden Samenschale umgeben sind, *Delphinum elatum* geflügelte und *Cardamine resedifolia* sehr kleine, geflügelte Samen.

10—25 km sind wohl große Distanzen, aber von einem Transport über Länder und Meere kann dabei wohl kaum gesprochen werden.

Trotzdem der Samenübertragung auf Distanzen von 100 und mehr Kilometern keine sehr große Bedeutung zukommt, weil dabei die Pflanzen leicht in ihnen klimatisch nicht zusagende Regionen gelangen, ist es doch interessant, daß auch die Möglichkeit sehr weiter Transporte nachgewiesen ist. Da müssen wir in erster Linie den Salzhagel am Gotthardt vom 30. August 1870 erwähnen. An diesem Tage ging 11 Uhr vormittags in der Nähe des Hospizes ein Hagelwetter nieder. Als aber die Beobachter die Hagelsteine sammelten, fanden sie zu ihrer Überraschung, daß sie nicht aus Eis bestanden, sondern aus Kochsalz. Die spätere Untersuchung ergab, daß es Kristalle waren, wie sie beim Verdunsten des Meerwassers ausgeschieden werden. Noch jetzt werden 19 Belegstücke davon in den geologischen Sammlungen des Polytechnikums in Zürich aufbewahrt. Die größten derselben zeigen Gewichte von 0,3—0,76 Gramm und sind in Fig. 274 in natürlicher Größe abgebildet. Diese Salzkristalle können vom Nordrand der Sahara stammen; dort von einem Wirbelsturm in große Höhen entführt und dann nach dem Norden getragen worden sein, wie Kenngott annahm; das wäre aber ein Transport über mehr als 1000 km. Uns scheint es freilich wahrscheinlicher, daß sie von irgend einem Punkt der Nordküste des Mittelmeeres kamen, so daß sich die Distanz auf 250 (Genua) oder 300 km (Venedig) reduzieren würde. Gewiß noch stattliche Entfernungen.

Über eine ähnliche Erscheinung berichtete Stanislaus Meunier in der Sitzung der Pariser Akademie vom 6. Juli 1891. Am 6. Juni dieses Jahres fielen bei einem heftigen Hagelwetter im Departement Aube (östlich von Paris) kleine Gesteinstrümmer, die absolut verschieden waren von den in der Gegend vorkommenden. Die einzelnen Stücke hatten einen Durchmesser von 25—35 mm. Bei genauer Untersuchung wurde gefunden, daß es sich um sog. Travertin handelt, ein Gestein, das im Departement Seine-et-Marne häufig ist. Die Luftlinie zwischen dem Orte des Hagelwetters und der nächsten Stelle, wo Travertin vorkommt, beträgt 150 km.

Wir haben also zwei sichere Tatsachen, daß Körper, die das Gewicht des gewöhnlichen Samen um das hundertfache übersteigen, über 100 km weit durch den Wind getragen werden können. Wir müssen zweifellos diese Möglichkeit auch für Samen zugeben, wenn wir auch Neubesiedelung durch so weite Transporte in unseren Alpen nicht direkt nachweisen können. Vielleicht ist doch da und dort ein ganz versprengter Standort einer Pflanze dadurch zu erklären. Die gewöhnliche Art der Wanderung freilich scheint das nicht zu sein.

Viel wichtiger als dieses Vorrücken in großen Sprüngen, ist für die Pflanzenwelt die schrittweise Eroberung neuer Gebiete. Und dabei kommt dann auch den Verbreitungsmitteln eine viel größere Bedeutung zu; denn sie erleichtern den Pflanzen dieses Vordringen.

Wenn diese Annahme richtig ist, so müssen wir an jungen Standorten, d. h. an solchen, welche vor nicht gar langer Zeit für die Pflanzenwelt noch unzugänglich waren, mehr anemochore Arten finden, als an alten. Dafür haben wir in der Tat auch sehr sprechende Belege. Das schönste Beispiel bietet uns die Besiedelung des durch den Rückzug des Rhonegletschers frei gewordenen Gebiets. Seit 1874 wird der Stand dieses Gebietes jedes Jahr genau markiert, so daß wir eine Reihe

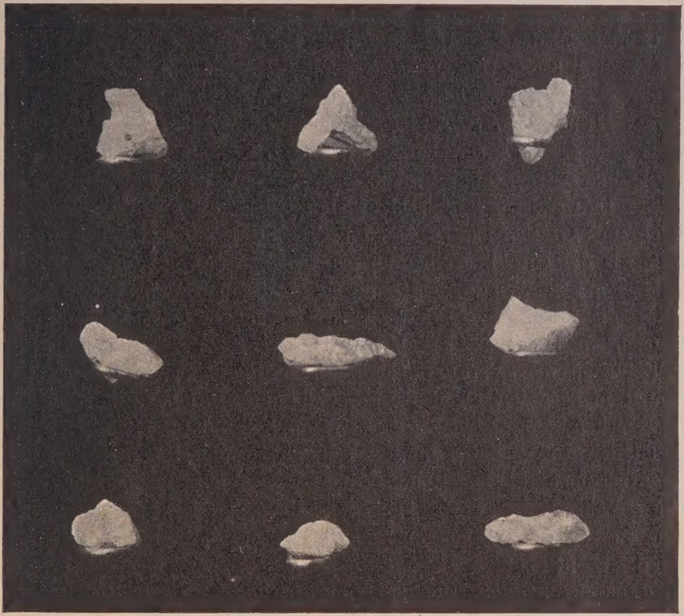


Fig. 274.
Salzkristalle in natürlicher Größe, welche als Bestandteile des „Salzhagels" vom 30. Aug. 1870 auf dem St. Gotthard vom Himmel fielen.

von Gürteln unterscheiden können, von denen jeder folgende um ein Jahr jünger ist als der vorhergehende. Coaz hat bereits 1883 die Flora der einzelnen Gürtel genau aufgenommen, und wenn wir nun die gegebenen Pflanzenlisten auf die Verbreitungsmittel hin durchgehen, so finden wir, daß die ersten Gürtel, die 38, 37, 22 und 12 Arten aufweisen, folgenden Prozentsatz von anemochoren Arten: 1 : 65,8 $^0/_0$, 2 : 72,9 $^0/_0$, 3 : 90,9 $^0/_0$, 4 : 91,3 $^0/_0$; während für die Pflanze der alpinen Region überhaupt 52,4 $^0/_0$ gefunden wurden. Also gewiß der prächtigste Beleg für unsere Ansicht.

Auch die unsere Gletscher überall begleitenden Moränenwälle dürfen wir als verhältnismäßig junge Standorte betrachten. Wir erwarten also auch in der Flora dieser prozentuell mehr anemochoren Arten, als sonst in der alpinen Region. KERNER verdanken wir einige Listen von solchen Moränenfloren, und aus diesen ergibt sich ein Prozentsatz von 75—86 % anemochore Arten, also 23—34 % mehr als die Flora der betreffenden Region im allgemeinen.

Auch auf Gipfeln und Gräten scheint die Einwanderung noch nicht abgeschlossen zu sein. So hat z. B. SCHIBLER eine Bereicherung der Gipfelflora des Piz Linard seit 1835 nachgewiesen. Bei 3414 m hatte HEER 1835 nur *Androsace glacialis* konstatiert; 20 Jahre später fand SIEBER noch *Ranunculus glacialis* und *Chrysanthemum alpinum*, und SCHIBLER 1895 noch *Saxifraga oppositifolia* und *bryoides*. Die eingewanderten Arten sind alle anemochor. Von andern Gipfeln läßt sich vielleicht im Laufe der Zeit ähnliches nachweisen. Wenigstens spricht dafür, daß die Einwanderung noch nicht abgeschlossen ist, die Tatsache, daß Gipfel- und Gratflora einen größern Prozentsatz anemochorer Arten besitzen, als die anschließenden untern Lagen.

Die auf solchen jungen Standorten vorkommenden Arten stammen aber in der Regel nicht aus weiter Ferne, sondern setzen auch die Flora der nächsten Umgebung zusammen. Nur hat bei der Neubildung eine Auslese nach den Verbreitungsmitteln stattgefunden. Die gut ausgerüsteten marschieren an der Spitze, die andern folgen langsam nach. Wir ersehen daraus die große Wichtigkeit der Verbreitungsmittel, speziell der Anemochorie, für das schrittweise Vordringen der Arten.

Aber noch auf einen andern Punkt werfen diese Verhältnisse einiges Licht. Woher kommt das so zweckmäßige Vorherrschen der anemochoren Arten in unserer Alpenregion? Wir wissen, daß einmal der größte Teil der Alpen unter Eis begraben lag. Nur wenige Bergspitzen mögen daraus hervorgeragt und eine spärliche Flora getragen haben. Die große Mehrzahl der jetzt in unsern Alpen lebenden Pflanzen ist erst nach dem Rückzug der ungeheuren Gletscher in unser Gebiet eingewandert. Und wie wir es im kleinen noch jetzt beim Rhonegletscher beobachten können, so hat wohl auch damals bei der Einwanderung der Flora eine Auslese nach den Verbreitungsmitteln stattgefunden. Zuerst drangen die gut ausgerüsteten ein, und nur die von ihnen nicht besetzten Standorte konnten die nachrückenden noch erobern. So haben wir also in dem Vorherrschen der Anemochorie in den Alpen nicht etwa eine direkte Anpassung an neue Verhältnisse zu sehen, sondern wir müssen sie zurückführen auf eine natürliche Auslese bei der Einwanderung.

Sechster Abschnitt.

Die Geschichte der schweizerischen Alpenflora.

Von Dr. Marie Brockmann-Jerosch.

Erstes Kapitel. Einige allgemeine Bemerkungen.
Zweites „ Alpine Florengeschichte in der Tertiär- und Diluvialzeit.
Drittes „ Alpine Florengeschichte in der Postglazialzeit.
Viertes „ Die geographische Verbreitung der schweizerischen Alpenflora.

Im Jahre 1903 publizierte d. Verf. eine Arbeit unter dem Titel „Geschichte und Herkunft der schweizerischen Alpenflora, eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Frage". Der vorliegende Abschnitt stellt wesentlich einen stark verkürzten Auszug daraus dar, der bereits im April 1904 fertig vorlag. Die bis zu jenem Zeitpunkte erschienene Literatur wurde noch in Betracht gezogen, die später publizierte, soweit sie mir zugänglich war, konnte meist nur mehr erwähnt werden. Die Kürze der Darstellung verbietet hier natürlich ein gründlicheres und kritisches Eingehen auf Einzelheiten; es muß dafür, sowie für Angabe und Würdigung der Literaturquellen auf obengenannte Arbeit verwiesen werden, was unter der Abkürzung „Jerosch, Gesch. d. Alpfl." geschieht. Hier wie dort beziehen sich alle Angaben usw. nur auf die alpine Region der Schweiz, wenn nichts andres bemerkt ist.

Aus der Zahl der seither erschienenen einschlägigen Publikationen seien die folgenden nachgetragen:

Andersson, Gunnar. Der Haselstrauch in Schweden. Englers botanische Jahrbücher XXXIII, 1903.

Andersson, Gunnar. Das nacheiszeitliche Klima von Schweden und seine Beziehungen zur Florenentwicklung (Bericht VIII der zürcher. botan. Gesellsch. 1901—1903).

Beck, Ritter von Mannagetta. Über die Bedeutung der Karstflora in der Entwickelung der Flora der Ostalpen. Résultats scientifiques du congrès international de botanique de Vienne 1905. pg. 174 bis 178. 1906.

Briquet, J. Le développement des flores dans les Alpes occidentales avec aperçu sur les Alpes en général. Résultats scientifiques du congrès international de botanique de Vienne 1905, p. 130—173. 1906.

Brockmann-Jerosch, H. Über die an seltenen alpinen Arten reichen Gebiete der Schweizeralpen. Verhandlungen der schweiz. naturf. Gesellsch. 1906.

Brockmann-Jerosch, H. Die Pflanzengesellschaften der Schweizeralpen. I. Teil. Die Flora des Puschlav (Bezirk Bernina, Kanton Graubünden) und ihre Pflanzengesellschaften. 1907.

Brückner. Höhengrenzen in der Schweiz. Naturwiss. Wochenschrift N. F. Bd. IV, Nr. 52, 1905.

Chodat et Pampanini. Sur la distribution des plantes dans les alpes austro-orientales et plus particulièrement d'un choix de plantes des alpes cadoriques et venitiennes. Le Globe, Organe d. l. société d. Géographie d. Genève. T. XLI, 1902.

Früh u. Schröter. Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, geotechnische Serie, III. Lief. 1904.

Hegi, G. Beiträge zur Pflanzengeographie der bayerischen Alpenflora. Habilitationsschrift München 1905.

Neuweiler, E. Zur Interglazialflora der schweizerischen Schieferkohlen. Neunter Bericht der zürcher. botan. Gesellschaft 1903—1905.

Nüesch, J. Das Keßlerloch, eine Höhle aus paläolithischer Zeit. Mit Beiträgen von Prof. Dr. Th. Studer in Bern und Dr. Otto Schötensack in Heidelberg. Neue Denkschriften der allgem. schweiz. Gesellsch. f. d. gesamte Naturw. Bd. XXXIX, Abt. 2. 1904.

Nüesch, J. Das Keßlerloch bei Thayngen, Kt. Schaffhausen, Neue Grabungen u. Funde. 2. Mitteilg. Sep.-Abdr. aus dem Anzeiger f. schweiz. Altertumskunde Nr. 4. 1904/05.

Pampanini, R. Essai sur la Géographie botanique des Alpes et en particulier des Alpes sud-orientales. Dissertation Fribourg 1902.

Penck. Die alpinen Eiszeitbildungen und der prähistorische Mensch. Archiv für Anthropologie, Neue Folge Bd. I Heft 2. 1903.

Penck. Das Klima Europas während der Eiszeit. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Neue Folge Bd. IV Nr. 38. 1905.

Range, Paul. Das Diluvialgebiet von Lübeck und seine Dryastone nebst einer vergleichenden Besprechung der Glazialpflanzen führenden Ablagerungen überhaupt (Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 76).

Solms-Laubach, H. Graf zu. Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie in kurzer Darstellung. Leipzig 1905.

Vierhapper, Fr. u. Freih. v. Handel-Mazzetti, H. Exkursion in die Ostalpen. Führer zu den wissenschaftlichen Exkursionen des II. internationalen botanischen Kongresses in Wien Nr. III. 1905.

Weber, C. A. u. Müller, G. Über eine frühdiluviale und vorglaziale Flora bei Lüneburg. Abhandlungen der königl. preuß. geologischen Landesanstalt. Neue Folge Heft 40.

Wille, N. Über die Einwanderung des arktischen Florenelementes nach Norwegen. Englers botan. Jahrbücher Bd. 36 Heft 4. 1905.

Erstes Kapitel.

Einige allgemeine Bemerkungen.

§ 1. Einleitung. § 2. Die genetische, die historische und die geographische Fragestellung. § 3. Die Hilfsquellen der alpinen Florengeschichte.

§ 1. Einleitung.

Forscht man nach den Gründen, welche die Zusammensetzung der schweizerischen Alpenflora bedingen, und nach Tatsachen, die sie erklären, so liegt es auf der Hand, sie zunächst in der Mannigfaltigkeit der äußeren Faktoren zu suchen. In der Tat bietet die alpine Region, auch wenn man ein beschränktes Gebiet ins Auge faßt, neben den großen, sie beherrschenden Zügen eine Menge von sehr verschiedenen Standortsverhältnissen (Exposition, Bodenunterlage, Wasserführung usw.). Bald wird man sich jedoch überzeugen müssen, daß diese gegenwärtig wirkenden, sogenannten „physikalischen Faktoren“ nicht zur Erklärung genügen. Man wird sich also Aufklärung heischend an die Vergangenheit wenden und so, wie von selbst, auf die sogenannten „historischen Faktoren“ geführt werden. Sie lehren, in der heutigen Florenzusammensetzung das Produkt ihres Werdeganges zu sehen. Den Lebenslauf der einzelnen Art gilt es zu erforschen, ihr Entstehen, ihr Wandern, schließlich ihr Aussterben. Aber auch der Geschichte der wechselnden Vegetationen, mit denen unser Gebiet besiedelt war, muß nachgegangen werden; sie sind ihrerseits wieder aufs engste abhängig von den geographischen, geologischen und klimatologischen Veränderungen, denen das betreffende Land in geologischer Vergangenheit unterworfen war. So greift die Pflanzengeographie, und ganz besonders ihr Zweig, von dem hier die Rede sein soll, die Florengeschichte, weit in das Gebiet verwandter Naturwissenschaften hinüber.

Nicht immer wurden diese Beziehungen deutlich erkannt. Noch in den ersten Dezennien des 19. Jahrhunderts zog man ausschließlich die gegenwärtigen, die physikalischen Faktoren zur Erklärung der Florenzusammensetzung heran. Da war es der berühmte Geologe Lyell, der in seinen 1830—1833 erschienenen „Principles of Geology“ die Brücke zwischen Gegenwart und Vergangenheit schlug; er eröffnete der Geschichte der Erde und ihrer Lebewesen neue Bahnen, indem er die Verhältnisse geologischer Vergangenheit aus den heute wirkenden Faktoren heraus erkennen lehrte, das Prinzip der „actuel causes“ aufstellte. Auch für die Pflanzengeographie brach damit eine neue Zeit an. Die nun folgenden Jahrzehnte lassen in mächtigem Aufschwung die Grundlagen der Florengeschichte erstehen. Namen wie

Charles Darwin, Hooker, Forbes[1]) und Unger stehen am Eingang der neuen Epoche. Schon 1855 legte Alphonse de Candolle in der Vorrede zu seiner klassischen „Géographie botanique raisonnée" die Ziele dieser Wissenschaft mit den folgenden einfachen und zugleich umfassenden Worten klar: „Elle doit avoir pour but principal de montrer ce qui, dans la distribution actuelle des végétaux, peut s'expliquer par les conditions actuelles des climats et ce qui dépend des conditions antérieures."

Seither ist die Pflanzengeographie Hand in Hand mit der Floristik, Systematik und Physiologie, in stetem Kontakt mit Geologie, Paläontologie und Klimatologie zu einer eigenen Wissenschaft herangewachsen; und gerade die alpine Region der Alpen hat aus begreiflichen Gründen, weil sie z. B. eine absolute Vegetationsgrenze, nämlich die vertikale, beherbergt, in ganz besonderem Maße das Interesse auf sich gezogen. Es seien aus der Zahl der Forscher, die sich mit alpiner Pflanzengeographie beschäftigt haben, nur als die bekanntesten Namen Heer, Christ, Kerner, Engler, Schröter und Briquet genannt.

§ 2. Die genetische, die historische und die geographische Fragestellung.

Je mehr sich die pflanzengeographische Wissenschaft auswuchs und ausbreitete, um so mehr sonderten sich ihre zwei Richtungen: die floristisch-physiologische und die entwicklungsgeschichtliche.[2]) Die erste Richtung beschäftigt sich mit den heute wirksamen, sogenannten physikalischen Faktoren; die entwicklungsgeschichtliche Pflanzengeographie geht den der Vergangenheit angehörigen, sogenannten historischen Faktoren nach. Ihr, der Florengeschichte im weitern Sinne, sollen die folgenden Ausführungen dienen.

Überblickt man die der Florengeschichte gestellten Probleme, so lassen sie sich zu drei Fragen gruppieren, die sowohl die Geschichte einer Art, als den ganzen Werdegang einer Flora umfassen: 1. Woher stammt sie? 2. Wie und wann ist sie zugewandert? 3. Wo kommt sie sonst noch vor? Abstammung, Besiedlung und Verbreitung oder das genetische, das historische und das geographische Moment, diese drei gilt es für alle Arten klarzulegen, will man ein getreues Bild der Geschichte einer Flora gewinnen.

---

[1]) Forbes war der erste, der 1845 auf einer Naturforscherversammlung zu Cambridge für Britannien deutlich auf „die Beziehungen zwischen der Verteilung der heutigen Fauna und Flora und den geologischen Veränderungen ihres Areals" hinwies (siehe Memoirs Geolog. Survey of England, V. I, 1846.)

[2]) Entsprechend der von Engler in seiner „Entwicklung der Pflanzengeographie in den letzten hundert Jahren" (1899) eingeführten Nomenklatur.

Betrachten wir jede dieser Fragen etwas genauer:

1. Sobald wir nach der Abstammung von Arten, bezw. der aus ihnen gebildeten Flora fragen, so setzen wir damit stillschweigend voraus, daß eine neue Art nicht als fertige spontan entsteht, geschaffen wird, sondern, daß sie sich aus einer andern, schon vorhandenen bildet, von ihr abstammt. In der Tat müssen wir uns nach allem, was wir heute wissen, unbedingt auf den Boden der Abstammungs-(Deszendenz)-lehre stellen. Es ist hier nicht der Ort, auf diesen ebenso interessanten als umfangreichen Gegenstand einzugehen. Dagegen sei noch in Kürze eine Streitfrage erwähnt, die stark in den Vordergrund tritt und in entscheidender Weise an die Fundamente aller florengeschichtlichen Erkenntnis greift: die Frage nach der Einheit des Entstehungszentrums einer Art. Bildet sich irgend eine Art nur einmal, nur an einer Stelle aus ihrer Stammart, oder kann sich dieser Vorgang zu verschiedenen Zeiten, an verschiedenen Orten mit dem gleichen Resultat wiederholen? Fast alle bisherigen florengeschichtlichen Forschungen fußen auf der Annahme einer einheitlichen, einmaligen Heimat, einer monotopen Entstehung. Kommt die gleiche Art an zwei verschiedenen Orten vor, so hat sie sich, so folgerte man bisher, von einem dieser Orte nach dem andern oder von einem dritten Standplatz nach diesen beiden hin ausgebreitet, ist „gewandert". Daß, sobald man sich zur Annahme der simultanen Entstehung, der Polytopie, versteht, jedes Vorkommen einer Art als autochthon, ohne Zuhilfenahme von Wanderungen usw., erklärt werden kann, ist klar; ebenso, daß damit die Vorstellungen einer Heimat, eines Entstehungszentrums, historisch-genetischer Beziehungen usw. schwankend oder hinfällig werden. So wenig es angeht, die Frage nach mono- oder polytopem Entstehen mit Stillschweigen zu übergehen, als unbequem bei Seite zu schieben, so wenig sind wir berechtigt oder verpflichtet, die Theorie der polytopen Entstehung zur Grundlage der Florengeschichte zu machen, ehe sie nicht aus dem Stadium vager Hypothese in das annehmbarer Wahrscheinlichkeit übergeführt worden ist.

Übrigens ist, wie Solms-Laubach[1]) in sehr treffender Weise bemerkt, in sehr vielen Fällen auch die Annahme der Polytopie nicht imstande eine Erklärung der Verhältnisse zu liefern, da nämlich, wo sie dann wiederum die Voraussetzung einer gemeinsamen hypothetischen Mutterart fordern würde, wie z. B. bei einigen, der arktischen und antarktischen Flora gemeinsamen Arten.[2]) „Die Annahme einer Polytopie" leistet „hier nach Lage der Dinge nichts weiter, als die ganze Frage telle quelle

---

[1]) Graf zu Solms-Laubach, „Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie". 1905. S. 140—144.

[2]) Vergl. S. 776.

nach rückwärts in die uns unbekannte Vergangenheit zu verlegen. Denn es entsteht dann sofort das neue Problem, wie denn jene supponierte Mutterart, die doch auch irgendwo entstanden sein mußte, sich über ein so weites Gebiet hat verbreiten können."

Im folgenden soll an der alten Annahme monotopen Artentstehens festgehalten werden, aus den genannten Gründen, nicht etwa aus Verkennung der Wichtigkeit der ganzen Frage.

Suchen wir schließlich noch nach den Mitteln, die uns heute zu Gebote stehen, die Heimat, das Alter einer Art zu bestimmen. Es läßt sich da zunächst an die heutige Verbreitung denken. Natürlich spricht eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, daß das Entstehungszentrum etwa mit dem heutigen Massenzentrum oder dem Ausstrahlungszentrum der gegenwärtigen Verbreitung zusammenfällt; nicht selten begegnen wir dieser Ansicht in pflanzengeographischen Werken. Wir wissen aber, daß die physikalischen Verhältnisse in der geologischen Vergangenheit steten und starken Wechseln unterworfen waren. Wir haben zahlreiche Beispiele dafür, daß eine Art, eine Gattung oder Familie einst reich blühte in einem Lande, wo sie heute gänzlich fehlt. Um nur zwei Beispiele herauszugreifen: *Gingko* und *Taxodium distichum* waren Charakterpflanzen der Nordschweiz in der miocänen (jungtertiären) Zeit; heute kommt die eine Art in Japan, die andere in Texas vor; bei uns fehlen sie gänzlich. Oder ein weiteres Beispiel: Die pferdeartigen Huftiere haben im Tertiär ihre reichste Entwicklung in Nordamerika erlebt; in der geologischen Gegenwart fehlen sie dort völlig und sind erst wieder von den Europäern eingeführt. Das warnt davor, aus heutigem Vorkommen allein genetische Schlüsse zu ziehen. Ähnliches gilt aber auch von den Fossilfunden, obgleich gerade diese uns andrerseits sehr wichtige Fingerzeige liefern. Alles kommt schließlich auf eine eingehende pflanzengeographische und systematische Betrachtung der einzelnen Art, ihrer Gattung und Familie an; wird sie auch nicht immer zum Ziele führen, sie bringt ihm doch sicher am nächsten; auf ihr muß die Beantwortung des genetischen Problems (wie wir es genannt haben) fußen.

2. Die zweite der vorher unterschiedenen Fragen schließt sich nah an die erste an: Wann und auf welchem Wege ist eine Art, ist eine Artengruppe gleicher Herkunft unserm Gebiet zugewandert, sofern sie also nicht autochthon, im Gebiet selbst entstanden ist? Auch hier gilt es, gegenüber einer Frage von allgemeiner Wichtigkeit Stellung zu nehmen; sie lautet: Können Pflanzen überhaupt auf weitere Strecken hin wandern? Das hängt in erster Linie ab von der Verbreitungsfähigkeit der Keime, sei es aktiv, sei es passiv durch verschiedene Agentien, wie Wind, Wasser, Tiere usw. Wir verfügen heute schon über genug beob-

achtete Tatsachen um die Frage nach der Wanderfähigkeit nach dieser Seite hin bejahen zu können.

Die alpine Region läßt sich heute mit einer Insel vergleichen. Rings von subalpinem, montanem, collinem und tiefländischem Gebiet umgürtet, ist die Möglichkeit eines Florenaustausches mit Gebieten ähnlicher physikalischer Verhältnisse (andern Hochgebirgen und der Arktis) sehr gering. Da es aber einst bedeutende Klimaschwankungen gegeben hat, so mußten diese auf das Areal auch der alpinen Vegetation wirken, ihr Wanderungsmöglichkeiten eröffnen. Hatte die Klimaschwankung den Sinn einer Besserung, so mußte sich der alpine Florengürtel einfach nach oben verschieben; von unten drängte die subalpine Vegetation in siegreichem Konkurrenzkampf nach; nach oben wich der Schnee und gab neue Ansiedlungsorte frei; das Hochgebirge wurde zum Florenreservoir. Trat eine Klimaverschlechterung ein, so schob sich der alpine Gürtel umgekehrt nach unten, überallhin wo er passende eis- und schneefreie Stellen vorfand. Ging die Veränderung so weit, daß in dem zwischen den Alpen, den andern Hochgebirgen und der Arktis liegenden Land an einzelnen Stationen alpine und arktische Vegetation Fuß fassen konnte, so war die alpine Region der Alpen zeitweise aus ihrer Isolierung befreit; sie verlor ihren Inselcharakter und konnte mit andern Gebieten in Florenaustausch treten. Neue Besiedler strömten ihr zu und blieben ihr dauernd einverleibt.

3. Schließlich bleibt noch die dritte Frage übrig, die nach der geographischen Verbreitung der Alpenflora und ihrer einzelnen Arten, nach der floristischen Verwandtschaft mit andern Gebieten. Es kann nicht genug vor einer Verquickung dieser Frage mit der zuerst besprochenen gewarnt werden; geographisches Element ist seinem Wesen nach nicht gleich genetischem Element; Massenzentrum muß nicht dem Entstehungszentrum, der Heimat, entsprechen. Dennoch ist eine genaue Ermittlung und übersichtliche Darstellung der gegenwärtigen Areale, eine rein geographische Betrachtung von höchstem florengeschichtlichem Interesse; denn aus der heutigen Florenverteilung, dem Produkt des Werdeganges, wird sich, mit der nötigen Vorsicht, vieles über diesen selbst ablesen lassen.

Für die alpine Region der Alpen kommen natürlich vor allem Gebiete mit ähnlichen physikalischen Bedingungen in Betracht; nämlich solche, die entweder vertikal (wie sie selbst) oder horizontal, d. h. polar, jenseits der Baumgrenze liegen. Was ein solcher geographischer Überblick, gestützt auf die heutigen botanischen Forschungen in den Hochgebirgen Eurasiens und in der Arktis lehrt, wird in einem spätern Abschnitt zu zeigen sein.

§ 3. Die Hilfsquellen der alpinen Florengeschichte.

Überblicken wir nochmals, zusammenfassend, die Hilfsquellen, die uns zu Gebote stehen, um die dreifache Fragestellung, die genetische, die historische und die geographische, zu beantworten, so sind es folgende: 1. Fossile Pflanzen und Tiere früherer Erdperioden. 2. Sonstige geologische Zeugen der Vergangenheit, nämlich Ablagerung, Aufschüttung einerseits, Erosion, Verwitterung andererseits. 3. Die heutige Verbreitung der Flora und ihrer einzelnen Arten. 4. Die systematische Stellung der einzelnen Arten zu ihren Verwandten und deren Verbreitung.

Was speziell die alpine Region unserer Alpen anbelangt, so fließen die Quellen sehr spärlich. Gerade die für Beurteilung des Klimas so wichtigen Funde in Torfmooren, ferner Löße und Tone usw. fehlen dort; die auch heute übermächtig arbeitende Verwitterung hat zudem so manche Spur naher Vergangenheit ausgelöscht. Der Bildung von Fossilien scheinen die alpinen Verhältnisse höchst ungünstig zu sein. So werden wir fortwährend genötigt sein, bei den Forschungsergebnissen aus den tiefern Regionen Anleihen zu machen, um die alpine Florengeschichte auch nur in den gröbsten Zügen zu ermitteln.

Zweites Kapitel.

Alpine Florengeschichte in der Tertiär- und Diluvialzeit.

§ 1. Die Tertiärzeit. § 2. Die Glazialzeiten. § 3. Die Interglazialzeiten.

§ 1. Die Tertiärzeit.

Es ist, das geht deutlich aus dem im vorigen Kapitel Gesagten hervor, unmöglich, sich ein Bild von der Geschichte irgend einer Flora zu machen, ohne über die geologische Vergangenheit des von ihr bewohnten Gebietes im Klaren zu sein. Der Werdegang der Alpenflora ist aufs engste verknüpft mit den Wechselfällen der geologischen Vergangenheit in den Alpen, seit sie überhaupt für Pflanzen besiedelbar wurden. Die Faktoren, die dies Gebirge zu dem machten, was es heute ist, mußten, direkt oder indirekt, auch auf seine Vegetation einwirken. Welches sind die wechselnden physikalischen Bedingungen, welche die schweizerischen Alpen den sie besiedelnden Pflanzen in der geologischen Vergangenheit darboten? Das ist die Frage, auf die es in erster Reihe zu antworten gilt.

Aber noch etwas anderes kommt in Betracht: auch die Verhältnisse müssen wir kennen, durch die jene sogenannten historischen Faktoren zur Wirksamkeit gebracht wurden, die neben den physikalischen die Zusammensetzung und das Wesen einer Flora entscheiden; m. a. W.: die geologischen Verhältnisse der umliegenden Länder müssen heran gezogen werden; wir müssen zu entscheiden

suchen, ob ihr Klima unter ihren pflanzlichen Bewohnern einen Artenaustausch mit andern Florengebieten gestattete; in unserm Falle: inwieweit Beziehungen zwischen den Alpen und den andern Hochgebirgen Eurasiens, sowie der Arktis möglich waren. Die Geologie Mittel- und Nordeuropas verdient somit ebenfalls unser Interesse.

Blicken wir in die geologische Vergangenheit zurück! Wir durchmessen, rückwärts schreitend, die geologische Gegenwart und sodann das Diluvium (oder Pleistocän), beide zusammen die Quartärformation bildend und durch das Auftreten des Menschen gekennzeichnet. Dem Quartär geht die Tertiärformation voran; beide zusammen werden als das känozoische Zeitalter oder die Neuzeit der Erde bezeichnet. Noch in der älteren Hälfte des Tertiärs, im Eocän, war das Gebiet der heutigen Schweizeralpen Meer. Von einem Alpengebirge im heutigen Sinne war noch keine Rede, geschweige denn von einer Alpenflora.

In der zweiten Hälfte des Tertiärs, dem Miocän und Pliocän, war das Vorland der Alpen zu verschiedenen Malen bald Festland mit Süßwasserseen, bald Meer. Im schweizerischen Mittelland lagerten sich so in viermaligem Wechsel marine und lakustre Sedimente ab (die untere und obere Meeresmolasse und dazwischen bezw. darüber die untere und obere Süßwassermolasse). Die große Auffaltung der Alpen zieht sich durch das ganze Jungtertiär, was daraus hervorgeht, daß auch jungtertiäre Ablagerungen, wie die Nagelfluh, noch in beträchtlichem Maße aufgerichtet sind. Ungefähr gleiches Alter, wie den Alpen, kommt auch andern eurasischen Hochgebirgen zu, so den Pyrenäen, dem Kaukasus, dem Himalaya usw.

Wir müssen annehmen, daß auf den neu aufgestauten Alpen, diesem mächtigen Hochgebirge, dem wegen der seither erfolgten Abwitterung die heutigen Alpen an Höhe wesentlich nachstehen, eine reichhaltige Alpenflora ihr Fortkommen fand, die sich, vielleicht in Austausch mit benachbarten Hochgebirgen, wohl aus der Flora der Ebene gebildet hatte. Leider finden sich nirgends fossile Spuren dieser tertiären alpinen Vegetation; und aus den versteinerten Resten der Ebenenflora, so reichhaltig sie auch erhalten sind, kann man sich natürlich kein Bild der entsprechenden Hochgebirgsflora machen. Die alpine Region bot wohl damals, wie heute, mit ihrem Fehlen größerer Torfmoore, geeigneter Seeabsätze, äolischer Aufschüttungen, wenig Gelegenheit zur Aufbewahrung organischer Reste.

Was die Flora des Alpenvorlandes betrifft, so haben wir hingegen sehr reiche Fundorte; es seien nur die Hohen Rhonen (Kanton Zürich) und Oeningen am Bodensee genannt. Die letzte Fundstelle[1]) hat, neben zahlreichen Fischen, Reptilien usw., nicht weniger als 826 Insekten- und 475 Pflanzenarten[2]) geliefert. Die Vegetation bot ein Bild, wie es sich heute in den subtropischen Sumpfwäldern des Südens der Vereinigten Staaten von Nordamerika wiederfindet. Zahlreiche dieser Pflanzen oder nahe verwandte Arten finden sich heute im subtropischen und tropischen Amerika, im Mittelmeergebiet, in Asien, Afrika und Australien wieder. Sumpfcypressen (*Taxodium distichum*), Zimmt- und Kampferbäume, hartblättrige Eichen, Ahorne, Pappeln, Lorbeerbäume, Tulpenbäume (*Liriodendron*), *Sapindus*, *Sassafras* und Kletterpalmen gaben der oeninger Miocänflora den Charakter.

Jedoch das Klima, das eine so reiche und üppige Subtropenvegetation in unsern Breiten möglich gemacht hatte, verschlechterte sich in dem jüngsten

---

[1]) Dem obersten Miocän (der obern Süßwassermolasse) angehörig.

[2]) Siehe „Urwelt der Schweiz“ von OSWALD HEER.

Abschnitt der Tertiärzeit, dem Pliocän, langsam aber stetig. Deutlich ist in den verschiedenen pliocänen Ablagerungen abgebildet, wie die miocäne Flora mehr und mehr einer solchen Platz machen mußte, die heutigen Klimaverhältnissen entspricht. Genera und z. T. auch Arten, wie sie heute den Grundstock der europäischen Flora ausmachen, siedelten sich, so dürfen wir annehmen, damals an, bezw. entstanden aus älteren Typen. Es sei hier hingewiesen auf die weitgehende, sich auf Familien, Gattungen und oft auch Arten erstreckende Ähnlichkeit zwischen der heutigen mitteleuropäischen und der heutigen gemäßigt-asiatischen Flora. Das monographische Studium vieler Gattungen und Familien, auch solcher, die typische Glieder unserer Alpenflora sind, läßt diese Verwandtschaft immer deutlicher hervortreten. Bei manchen Gattungen (wie *Rhododendron*, *Campanula*) läßt sich beispielsweise verfolgen, wie eine Stammform sich von Asien zunächst in das Mittelmeergebiet erstreckt hat und wie von ihr, die heute ausgestorben sein kann, sich sekundär Arten abtrennten, die dann in das übrige Europa ausstrahlten. Die letzten Jahre haben durch die wichtigen, von Diels veröffentlichten Forschungen unsere Kenntnisse der Flora des fernsten Ostens, der Bergländer des westlichen China sehr vergrößert. Grade eine große Zahl unserer Gebirgsgenera sehen wir im gemäßigten Asien ein Vegetationszentrum ersten Ranges, einen Reichtum an Arten, eine Schönheit und Üppigkeit an Formen aufweisen, die unsere europäische Flora als einen kümmerlichen Ausläufer erscheinen läßt; es seien nur *Saxifraga*, *Gentiana*, *Primula*, *Rhododendron*, *Pedicularis*, *Tofieldia*, die *Ranunculaceen*, *Caryophyllaceen* und *Cruciferen* genannt. Allerdings muß man sich hüten, aus dieser reichen Entfaltung nun auch ohne weiteres auf die Abstammung des betreffenden Großteils unserer Flora zu schließen. Ein Blick auf die vorher erwähnte fossile Miocänflora Europas lehrt, daß auch hier, wie in Asien, sich ein Teil der plio- und pleistocänen (d. h. also nach-miocänen) Flora wohl hat entwickeln können, nur daß bei uns die miocäne Stammflora ausstarb, während sie in Asien und in Nordamerika erhalten blieb. Nur monographisches Studium der einzelnen Gattungen kann hier entscheiden; in manchen Fällen, so bei *Saxifraga* und *Primula-Androsace*, ist so die asiatische Abkunft festgestellt worden.

Auch mit der heutigen nordamerikanischen zeigt die europäische Flora eine solche Ähnlichkeit, daß die Annahme tertiärer Beziehungen unabweisbar ist. Von Heer rührt der Nachweis einer gemeinsamen jungtertiären, zirkumpolaren Flora her, von der die Floren Nordasiens, Europas und Nordamerikas abstammen.

Auf eine andere, ins Jungtertiär zurückreichende Beziehung hat Engler und besonders eingehend Christ[1]) hingewiesen: auf die mit Afrika. Wir haben in unserer Flora eine Reihe von Arten, deren nächste Verwandte nicht in Mittel- oder Südeuropa, sondern in den afrikanischen Gebirgen, z. T. sogar im Kapland zu suchen sind. Ohne hier näher auf diese interessanten Verhältnisse einzugehen, sei erwähnt, daß zwei charakteristische und häufige Arten auch der schweizer Alpenflora zu diesem „afrikanischen Element“ Christs zählen: *Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus*. Es sei auf die oben S. 144—145 und 244 gegebene Darstellung verwiesen.

§ 2. Die Glazialzeiten.

Die Eiszeiten fanden in den Alpen höchstwahrscheinlich eine wohlausgebildete Hochgebirgsflora vor; ihre Existenz läßt sich zwar, das

[1]) Christ, „Über afrikanische Bestandteile in der Schweizer Flora“. Ber. d. schweiz. bot. Gesellsch. VII, 1897.

sei nochmals hervorgehoben, nicht durch Fossilien nachweisen, muß aber, wie schon erwähnt wurde, mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden. Ebenfalls eine Hypothese ist es, sich diese präglaziale alpine Flora im Vergleich zur heutigen als reicher an wärmeliebenden, mit miocänen Typen eng verwandten Arten, bedeutend ärmer an arktischen Arten (oder ganz ohne solche) vorzustellen.

Was wurde nun aus dieser Hochgebirgsflora, als die Eiszeit hereinbrach? Ehe wir die Beantwortung dieser Frage versuchen, ist es nötig einen kurzen Blick auf einige der Hauptresultate der heutigen geologischen Eiszeitforschung zu werfen.

Die Schweiz darf sich rühmen, daß in ihren Bergen und von zwei Schweizern[1]) zum ersten Male klar erkannt wurde, daß in, geologisch gesprochen, nicht allzuferner Vergangenheit die Gletscher eine viel größere Ausdehnung gehabt haben, als heute. Perraudin, ein Gemsjäger aus der Vallée de Bagnes, schloß aus erratischen Blöcken und Gletscherschrammen auf eine frühere Erstreckung der Walliser Gletscher bis nach Martigny und teilte schon 1815 diese Ansicht Charpentier mit; der Ingenieur Venetz kam 1829 ebenfalls durch seine Beobachtungen im Wallis, aber unabhängig, zu dem gleichen Schluß.

Seitdem hat man nachgewiesen, daß dies Phänomen nicht auf die Alpen, ihren Nord- und Südhang, beschränkt war; Spuren starker diluvialer Vergletscherung sind gefunden worden: in ganz Nordeuropa, d. h. Skandinavien, Nord- und Mitteldeutschland, Britannien, Nord- und Mittelrußland; in den Pyrenäen, auf spanischen, französischen, deutschen Mittelgebirgen, im Appenin, in den Karpathen, im Balkan, Kaukasus, Himalaya und Altai; sodann in Nord- und Südafrika, Amerika, Neuseeland, Falklandsinseln usw.

Von hervorragendem Interesse ist die Tatsache der Mehrzähligkeit der Vergletscherungen. Die Verteilung der eiszeitlichen Ablagerungen (Moränengürtel, erratische Blöcke, fluvioglaziale Schotter usw.) und ganz besonders die sogenannten „interglazialen Profile“, die man namentlich im nördlichen und südlichen Alpenvorland auffand, haben zur Aufstellung mehrerer Eiszeiten gezwungen, die dann je durch eine Interglazialzeit voneinander getrennt sind. Ein solches „interglaziales Profil“ zeigt, bei günstigem Aufschluß, zu unterst eine durch Gletscher oder Gletscherwasser hervorgebrachte Ablagerung; darüber folgt eine solche, die veränderte Klimaverhältnisse anzeigt und manchmal auch Pflanzenreste enthält, z. B. Quellentuff, Schieferkohle; schließlich kommt, als Hängendes, hierüber wieder eine deutliche Gletscherablagerung. Solche, an den verschiedensten Orten, auch im

[1]) Siehe Forel, „Perraudin, précurseur glaciairiste“ in Eclogae geologicae helvetiae VI, 1900.

Bereich des norddeutschen Inlandeises gefundene Profile sind gewiß unzweifelhafte (und nicht die einzigen) Beweise dafür, daß die einzelnen Eiszeiten durch langandauernde und wohlcharakterisierte Interglazialzeiten getrennt waren. Über die Zahl derselben, ihre Abgrenzung und Parallelisierung in den verschiedenen Vergletscherungsgebieten herrscht noch gegenwärtig nichts weniger als Einigkeit. Es sei daher hier nur die heute am allgemeinsten angenommene Einteilung kurz genannt.

Für die Alpen haben wir nach den neuesten Forschungen von Penck und Brückner[1]) 4 Eiszeiten mit 3 Interglazialzeiten anzunehmen, die in der nebenstehenden Tabelle mit den ihnen zukommenden Ablagerungen zusammengestellt und zu der bisher gültigen Dreiteilung in Parallele gesetzt sind.

In der Schweiz war die dritte Glazialzeit (die Rißzeit, gleich der zweiten Glazialzeit der alten Einteilung) die größte; ihre Gletscher reichten, das zeigen die Endmoränenwälle, bis Liestal, nördlich Laufenburg, in den Klettgau, erreichten den schwäbischen Jura bei Sigmaringen und nördlich von Biberach a. d. Riß. In der letzten, der Würmeiszeit, lag die Gletschergrenze, ebenfalls an den wohlerhaltenen Endmoränen abgelesen, bei Bern, Burgdorf, nördlich Solothurn für den Rhone- und Aaregletscher; für den Reuß-, Linth- und Rheingletscher geben die folgenden Punkte die Maximalausdehnung an: Willisau, Staffelbach, Othmarsingen, nördlich Mellingen, Würenlos a. d. Limmat, nördlich Bülach, der Rhein östlich Eglisau, Schaffhausen, Thayngen im Kanton Schaffhausen, Engen, Schussenried, als nördlichster Punkt.

Auffallend ist es, daß am Rande der Südalpen die Moränenablagerungen der einzelnen Eiszeiten viel weniger von einander entfernt sind; sie bilden sehr großartige amphitheatralische Bögen um das untere Ende der insubrischen Seen.

Es wurde schon erwähnt, daß ganz Nordeuropa von mächtigem Inlandeis bedeckt war. Aus den Polargegenden und von den skandinavischen Gebirgen schob sich ein Panzer aus, nach Art des heutigen grönländischen Inlandeises, verschmolzenen Eisströmen gegen Süden über das Becken der Ostsee, über Nordrußland und die norddeutsche Ebene bis nach Sachsen und Polen. Die Mehrzahl der norddeutschen Glazialgeologen unterscheiden 3 Eiszeiten, von denen die zweite bei weitem die mächtigste war; sie fällt wohl mit der Riß-Eiszeit in den Alpen zusammen.

Welches waren die physikalischen Verhältnisse, denen die pflanzlichen Bewohner der Alpen während der Eiszeiten (auf die Inter-

---

[1]) In ihrem umfassenden, soeben erscheinenden Werk „Die Alpen im Eiszeitalter“.

Einteilung der Eiszeiten.

	1. Einteilung in den Alpen nach Penck u. Brückner	2. Ablagerung bezw. Erosion in den Alpen und ihrem Vorland	3. Bisherige Einteilung in den Alpen	4. Einteilung für Norddeutschland nach Keilhack u. a.
I.	Erste Glazialzeit: Günz-Zeit	Älterer Deckenschotter	Erste Glazialzeit	Erste Glazialzeit (tiefster Geschiebemergel)
II.	Erste Interglazialzeit: Günz-Mindelzeit	Durchtalung		
III.	Zweite Glazialzeit: Mindelzeit	Jüngerer Deckenschotter; Alt-Moränen		
IV.	Zweite Interglazialzeit: Mindel-Rißzeit	Älterer Löß	Erste Interglazialzeit	Süßwasser- und marine Ablagerungen
V.	Dritte Glazialzeit: Rißzeit	Hochterrassenschotter; Altmoränen	Zweite Glazialzeit	Zweite Glazialzeit (unterer Geschiebemergel)
VI.	Dritte Interglazialzeit: Riß-Würmzeit	Jüngerer Löß; Höttinger Breccie; Flurlinger Tuff, Wetzikoner Schieferkohlen usw.	Zweite Interglazialzeit	Süßwasser- und marine Ablagerungen
VII.	Vierte Glazialzeit: Würmzeit (inkl. Laufenschwankung)	Niederterrassenschotter; Jung-Moränen	Dritte Glazialzeit	Dritte Glazialzeit (oberer Geschiebemergel, baltische Endmoräne)

glazialzeiten wird später eingegangen) ausgesetzt waren und wie reagierten sie auf dieselben? Es ist überaus schwierig, auf die erste Hälfte dieser Frage präzise Antwort zu geben. Einige Forscher schreiben die starke Entwicklung der Gletscher in erster Reihe einer Zunahme der Niederschläge zu. Andere nehmen ein mehr kontinentales Klima mit bedeutend erniedrigter Temperatur und ohne Erhöhung der Niederschläge an. So sagt PENCK[1]: „Wir müssen die Ansicht fallen lassen, daß die Eiszeiten vor der Gegenwart durch reichlichere Niederschläge ausgezeichnet waren.“ Nach andern Autoren (wie HANN, FRECH usw.) wirkten beide Faktoren zusammen. Daß diese Temperaturabnahme, falls sie nur mit einer gewissen Zunahme der Niederschläge Hand in Hand ging, gar nicht so sehr groß zu sein brauchte, das hat neuerdings BRÜCKNER[2]) gezeigt: Die heutige Schneegrenze liegt am Glärnisch 600 m tiefer als am Monte Rosa, was im Glärnisch einer Zunahme der Niederschläge, einem Sinken der Monatstemperaturmittel im Sommer um 1,8°—2°, in den Übergangsjahreszeiten um 1—1,5°, bei Gleichheit im Winter, entspricht. 600 m tiefer als heute lag die Schneegrenze ebenfalls im Gschnitzstadium (in der Post-Würmzeit), 1200 m in der Würm-Eiszeit selbst; und so schließt BRÜCKNER: „Es braucht danach die Jahrestemperatur während der Eiszeit nur um 3°, die Sommertemperatur nur um 4° niedriger gewesen zu sein, als heute. Hand in Hand damit müßte freilich auch eine Änderung des Niederschlags gegangen sein, in dem Sinne, wie heute die Niederschläge des Glärnischgebietes von denen der hochgelegenen Teile des Wallis abweichen. Mit aller Macht drängt sich das Resultat auf, daß das Klima der Eiszeit nur um wenige Grade kühler gewesen zu sein braucht, als das heutige und daß wahrscheinlich diese Abkühlung in erster Reihe in den Sommer fiel.“ Verschiedene Betrachtungsweisen führen somit in der Frage des eiszeitlichen Klimas heute leider noch nicht zu gleichen Ergebnissen; und auch aus den organischen Resten jener Zeiten läßt sich ein allgemeinerer Schluß auf Einzelheiten der klimatischen Zustände nicht mit Sicherheit ziehen.

Die Tierwelt, die damals das von Alpengletschern und nordeuropäischem Inlandeis freigelassene Land bewohnte, trug ein ausgesprochen arktisches Gepräge; Rentier (*Cervus tarandus*), Schneehase (*Lepus variabilis*), Eisfuchs (*Canis lagopus*), Lemminge (*Myodes obensis*, *M. Lemmus*, *M. torquatus*), sowie wollhaarige Nashörner und Elephanten (z. B. *Rhinoceros tichorhinus* und *Elephas primigenius*, das Mammut) waren Charaktertiere.

Die Pflanzenwelt kennen wir aus den Ablagerungen kleiner Eiswassertümpel, so aus den, meist von recenten Torfmooren überlagerten Dryastonen. Ihre Vegetation besteht einerseits aus Arten, die heute

[1]) Im Archiv für Anthropologie, N. F. Bd. I, 2, 1902.

[2]) In der Naturwissensch. Wochenschrift, N. F. Bd. IV, Nr. 52, 1905.

in der alpinen Region, in der Arktis oder in beiden vorkommen, andererseits aus Wasserpflanzen, die nach Andersson[1]) „nur da auftreten, wo die Julitemperatur etwa +6° C. erreicht und die Vegetationsperiode etwa 5 Monate dauert“, die also „ein hocharktisches Klima ausschließen“.[2]) Eine solche Flora ist in Skandinavien, Dänemark, Norddeutschland bis nach Deuben bei Dresden, dann an vielen Orten im nördlichen Vorland der Alpen aufgefunden worden. In der Schweiz sind bisher die folgenden Phanerogamenspezies nachgewiesen:[3])

Potamogeton filiformis, Potamogeton natans, Phragmites communis, Salix myrtilloides, Salix reticulata, Salix polaris, Salix retusa, Salix herbacea, Betula nana, Polygonum viviparum, Dryas octopetala, Myriophyllum spec., Loiseleuria procumbens, Arctostaphylos uva ursi.

Man verlegt alle diese schweizerischen Funde in die Zeit während des Gletscherrückzuges der Würm-Eiszeit, oder sogar in das ihr folgende Bühlstadium; nur einige außerschweizerische Funde (so der von Deuben bei Dresden, der südlichste im Bereich der nordeuropäischen Vereisung) fallen in die Rißzeit. Es sei besonders betont, daß all diese Funde aus dem Tief- oder Mittelland stammen; von einer eiszeitlichen Flora der alpinen Region haben wir ebensowenig fossile Nachrichten, wie von einer jungtertiären.

Waren die Alpen während des Höhepunktes jeder Eiszeit überhaupt besiedelt? oder, mit anderen Worten, konnten Pflanzen von einer Interglazialzeit bis zur andern und bis ins Postglazial in den Alpen selbst überdauern? Die folgenden Zahlen gibt Penck an als Unterschied in der Höhe der diluvialen untern Schneegrenze in den Alpen mit der heutigen:[4])

Riß-Eiszeit: —1300 bis —1400 m[5]),
Riß-Würm-Interglazialzeit + 400 m,
Würm-Eiszeit — 1200 m,
Achen-Schwankung — 700 m,
Bühl-Stadium — 900 bis 1000 m,
Gschnitz-Stadium — 600 m,
Daun-Stadium — 300 bis — 400 m.

Am stärksten vereist waren die Zentralalpen, zumal in ihren nördlichen und mittleren Teilen; so hatte[6]) z. B. noch in der Würm-Eiszeit das Eis des Rheingletschers, unter Firnbedeckung, bei Chur eine Höhe

---

[1]) In Bericht VIII der zürcherischen botanischen Gesellschaft 1903, S. 32.

[2]) Schröter, in Früh u. Schröter, Die Moore der Schweiz, S. 352.

[3]) Diese Liste ist entnommen der neuesten Zusammenstellung in Früh und Schröter, Die Moore der Schweiz, S. 351.

[4]) Diese liegt in der Nordschweiz bei 2500—2600 m ü. M.

[5]) Also etwa 1100—1300 m ü. M.

[6]) Nach Penck u. Brückner l. c.

von 2100 m, bei Sargans von 1700 m, beim Austritt in das Bodenseetal von 1200 m. Diese Teile der Alpen waren somit auf dem Höhepunkt auch der letzten Eiszeit ein weites Firn- und Gletschergebiet, aus dem sich schneefrei und besiedelbar nur die steileren Hänge inselartig erhoben. Während die Flora der niederen Regionen vernichtet wurde, ist die Möglichkeit des Überdauerns von alpinen Arten im Auge zu behalten; sie wird von verschiedener Seite sehr verschieden geschätzt.[1][2])

Viel ausgedehnter waren die eis- und schneefreien Partien in den Südalpen (vgl. z. B. die Karte auf S. 786 in Lieferung 8 der „Alpen im Eiszeitalter" von PENCK u. BRÜCKNER), während die Stärke der Vergletscherung sowohl gegen das West- als besonders gegen das Ostende des Alpensystems ebenfalls stark abnahm. Die östlichsten Ostalpen, wie z. B. der Wiener Schneeberg, wiesen eine, an schweizerischen Verhältnissen gemessen, sehr geringe Vereisung auf; um so weniger wurde, so dürfen wir annehmen, in diesen Gebirgsteilen die alpine Interglazialflora durch die Eiszeit zerstört und verarmt, um so mehr Arten konnten hier überdauern.

Verschiedene Pflanzengeographen haben die Annahme dieses Überdauerns der Eiszeit aber auch für Arten der niedern Regionen besonders betont; so ENGLER[3]), der sogar für „zahlreiche xerothermische Arten der submediterranen, illyrischen und pannonischen Florenelemente" ein Überdauern der Glazialperiode „an vielen Süd- und Ostabhängen der Süd- und Zentralalpen" annimmt, von wo sie dann später, als das Klima sich wieder hob, in die nördlichen Kalkalpen und den Jura einwandern konnten. CHODAT und PAMPANINI[4]) nehmen an, daß zwar in den nördlichen und zentralen Teilen der Alpen die Eiszeit die Vegetation, zumal die endemischen Arten (PAMPANINI 1902, S. 35) „weggefegt" hat; dagegen fand ein Überdauern auch „sylvatischer und xerophytischer Elemente" in reichlichem Maße in den „massifs de refuge" statt. „Par ce terme nous entendons parler des massifs priviligées qui ont pu, pendant les époques glaciaires successives conserver mieux la flore alpine et en particulier la flore alpine xérophyte et rupicole et les éléments sylvatiques." (CHODAT et PAMPANINI 1902, S. 47). Als solche massifs de refuge werden bezeichnet: einerseits das Massif des Gran

---

[1]) Vergl. die Zusammenstellung in JEROSCH, Gesch. d. Alpfl. S. 39.

[2]) Eine extreme Stellung nimmt H. BROCKMANN ein, der den floristischen Reichtum verschiedener Gebiete im Innern der Alpen durch Überdauern zu erklären sucht. Vergl. auch Anmerkung 2 S. 769 (Anmerkung während des Druckes).

[3]) ENGLER, Die Pflanzenformationen und die pflanzengeographische Gliederung der Alpenkette 1901, S. 90 usw.

[4]) CHODAT et PAMPANINI, Sur la distribution des plantes des alpes austro-orientales usw., 1902 und PAMPANINI, Essai sur la géographie botanique des alpes usw., 1902.

Paradiso und das Piemont, andererseits der südliche Kalkrand der Ostalpen, nämlich die cadorischen, venetianischen und vicentinischen Alpen usw.

Über die eiszeitlichen Florenverhältnisse in dem zwischen alpinem Gletschergebiet und nordischem Inlandeis freien, etwa 300—400 km breiten Streifen Landes (dem mitteleuropäischen „Florenmischgebiet“, wie es am besten genannt wird) sind die Meinungen ebenfalls sehr geteilt. Die schon erwähnten Pflanzenfunde in den sogenannten Dryastonen zeigen eine Vegetation von *Dryas octopetala*, kriechenden Weiden (*Salix retusa, reticulata, polaris*[1]) usw.), *Saxifraga oppositifolia, Loiseleuria procumbens* usw., dazwischen kleine Sträuchlein der *Zwergbirke* (*Betula nana*), und der *Haide* (*Calluna vulgaris*) und etwa noch die höhere *Betula odorata*. Nach der gegenwärtig herrschenden Ansicht liefern diese Funde ein Bild der damaligen Vegetation mancher Stellen im schweizerischen Mittelland, in Mittel- und Norddeutschland. Wie man sich, bei dem Mangel an andern foßilen pflanzlichen Spuren, die großen Zwischenräume zwischen diesen einzelnen Fundorten ausgefüllt denken muß, darüber sind die Meinungen sehr geteilt. Daß in den Glazialtonen der Schweiz, speziell in den durch Neuweiler sorgsam mikroskopisch untersuchten Fundschichten des Kruzelrieds bei Schwerzenbach (Kt. Zürich) keine Reste eines Baumwuchses, sogar kein Baumpollen, gefunden wurden, spricht nach Schröter[2]) für Baumlosigkeit weiter Gebiete. Penck[3]) spricht sich über die Annahme von Waldgebieten im germanischen Mitteleuropa folgendermaßen aus: „Wenn solche vorhanden waren, so mußten sie auf die tiefstgelegenen Ebenen des Südens beschränkt sein.“ Die heute waldarmen Gebiete Südeuropas bargen die diluvialen Waldgebiete. Daß andrerseits Christ, Heer, Briquet[4]) usw. anderer Ansicht sind, indem sie auch für die Eiszeiten eine von der heutigen viel weniger abweichende Flora annahmen, sei hier ebenfalls bemerkt. Suchen wir das Resultat zu ziehen und auf unsere alpine

---

[1]) In neuerer Zeit will man in gewissen Dryastonen mehrere Schichten unterscheiden; so in Norddeutschland eine untere mit *Salix polaris*, eine obere mit *Salix reticulata* (Range in Zeitschr. f. Naturwissensch. 1903); in Schweden eine unterste mit *Salix polaris*, eine mittlere mit *Salix herbacea*, eine oberste mit *Salix phylicaefolia* (Andersson in Ber. d. zürch. botan. Gesellsch. 1903, S. 32).

[2]) In Früh u. Schröter, Die Moore der Schweiz, S. 352.

[3]) In der Naturwissensch. Wochenschrift, N. F. Bd. IV, Nr. 52, 1905.

[4]) Vergl. auch Briquet 1906, besonders S. 142. — Neuerdings hat auch H. Brockmann (1907, S. 397ff.) die Beweiskraft der Dryastone für ein arktisch-alpines Klima während des Rückzuges der letzten Eiszeit angezweifelt; er bezeichnet die Dryasflora als eine „Gletscherendenflora“, die nur der Nähe des Eises ihre Existenz verdankte. Auch das Fehlen von Baumpollen in diesen an Humussäure armen Lehmen hält er für keinen Beweis der Baumlosigkeit (Anmerkung während des Druckes).

Nehring eingehend erforschten Funde Thüringens, Braunschweigs usw., die eine Menge besonders von Steppennagetieren lieferten; man pflegt sie dem Interglazial zuzuzählen.

Auch der Mensch, dessen sichere Spuren bis ins Altdiluvium zurückreichen, ist für die letzte Interglazialzeit nachgewiesen (z. B. in Frankreich und Österreich). Die Schweiz scheint er jedoch noch nicht bewohnt zu haben; hier sind die ältesten Funde postglazial (bezw. interstadial)[1]).

Reiche Fossilfunde und charakteristische Ablagerungen erlauben uns somit, ein Bild der Klima-, Faunen- und Florenverhältnisse der Riß-Würm-Interglazialzeit zu rekonstruieren. Wir zitieren Brückner[2]): Das Klima der letzten Interglazialzeit war „nicht ganz einheitlich beschaffen. Während eines ersten Abschnittes herrschte ein ozeanisches, feucht-warmes Klima. Den Boden der Schweiz bedeckte eine üppige Waldvegetation, deren Reste uns z. B. in den interglazialen Kohlen von Dürnten vorliegen. . . . . Während eines zweiten Abschnittes der Interglazialzeit regierte dagegen ein trockenes, kontinentales, sichtlich etwas kälteres Klima; diese Zeit markiert sich als Steppenperiode. Damals setzte sich in weiten Teilen der Nordschweiz, besonders in der Rheinniederung, der Löß als Steppenstaub ab. . . . . Erst nach dieser Steppenperiode setzte die letzte Eiszeit ein".

Das Alles betrifft das Tiefland oder das voralpine Mittelland. Sucht man jedoch im Hinblick auf die Geschichte der alpinen Flora Aufklärung über die Verhältnisse im Hochgebirge, so zeigt sich auch hier wieder der gleiche Übelstand wie bei den Eiszeiten: über die eigentlich alpine Flora erhalten wir, trotz Hötting, keinen direkten Aufschluß.

Wohl möglich ist die Annahme, daß aus osteuropäischen und innerasiatischen Steppengebieten zahlreiche Arten während dieser Zeit nach Europa und wohl auch in die Alpen eindringen konnten. Vertrieb nun allerdings die folgende Eiszeit die anspruchsvolleren Gewächse aus dem Bereich der Vergletscherungen von neuem, so brauchten sie sich, wenn wir speziell die letzte Glazial- und Interglazialzeit ins Auge fassen, doch nicht mehr so weit wieder zurückzuziehen, wie zur Riß-Eiszeit; sie waren, als die Gletscher sich dann zum letzten Male verkleinerten, im stande, auch eine kürzere günstige Klimaschwankung auszunützen, um die Alpen zu erreichen.

---

[1]) Wahrscheinlich sind nun doch Spuren interglazialer Siedelung gefunden, und zwar in der Wildkirchlihöhle im Säntisgebiet (Anmerkung während des Druckes).

[2]) In Naturwissensch. Wochenschrift, N. F. Bd. IV, Nr. 52, 1905.

Drittes Kapitel.

Alpine Florengeschichte in der Postdiluvialzeit.

Nachdem die Gletscher der letzten Eiszeit sich unter mehrmaligem Stillstehen und wieder Zunehmen zum letzten Male zurückgezogen hatten, stellten sich die klimatischen Verhältnisse langsam, im Lauf vieler Jahrtausende, auf den heutigen Stand ein. Man hat zwar kleinere, im Rahmen einiger Jahrzehnte sich bewegende gegenwärtige Klimaschwankungen nachgewiesen, ist aber der Überlieferung gegenüber, die von Klimaverschlechterungen größeren Stils in historischer Zeit berichtet, immer mißtrauischer geworden.

Eine andere Frage jedoch ist es, die gerade in letzter Zeit in erhöhtem Maße das Interesse der Pflanzengeographen auf sich zieht und für die Florengeschichte der Alpen große Wichtigkeit hat: die Frage nach der sogenannten postglazialen xerothermen Periode.

Kerner[1]) war es, der unter den Bewohnern der Ostalpen eine Anzahl von Arten unterschied, die hier an begünstigten Lokalitäten ein disjunktes Areal bewohnen, im Süden und Südosten jedoch verbreitet sind. Er belegte sie mit dem Namen des aquilonaren Elementes und verlegte ihre Einwanderung in die Alpen, an ihre heutigen Standplätze, in eine postglaziale wärmere, die aquilonare Periode. Es stand für ihn nämlich fest, daß sie weder an diesen Standorten die Eiszeit überdauern konnten, noch auch dieselben bei gleichen klimatischen Verhältnissen, wie sie heute herrschen, hätten erreichen können.

Suchen wir erst einmal nach geologischen Spuren einer solchen postglazialen wärmeren Periode. Es wird sich hier in erster Reihe um Löße und um Fossilien führende Tuffe, Lößsande usw. handeln, die ja, wie schon im vorigen Kapitel bemerkt, in Mitteleuropa an vielen Orten gefunden sind. Ein Teil derselben ist seiner Lagerung nach sofort als interglazial zu erkennen. Ein anderer Teil und hierher gehören gerade die reichen Steppentierfunde Mitteldeutschlands; liegt in einem Gebiet, in das zwar die größte, vorletzte, aber nicht die schwächere, letzte Vergletscherung hineinreichte; von ihnen kann man etwa vermuten, daß sie zu einem Teil der Postglazialzeit entstammen, beweisen kann man es nicht; und damit fällt die Bedeutung dieser Funde als Stützen der Hypothese von der postglazialen xerothermen Periode dahin. Lediglich in einem Gebiet, wohin auch die letzte, die Würm-Vergletscherung reichte,

---

[1]) In seinen „Studien über die Flora der Diluvialzeit in den östlichen Alpen". Sitzungsber. der k. k. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. XCVII, Abt. 1. 1888.

dürfen wir uns nach solchen Beweisstellen umsehen. Und da besitzt die Schweiz eine berühmte Fundstelle: das Schweizersbild bei Schaffhausen. Im Schutze einer überhängenden Felswand haben dort, ähnlich wie im benachbarten Keßlerloch bei Thayngen, von der älteren Steinzeit an Menschen gehaust. Eine reiche Anzahl von Artefakten (Stein- und Beinwerkzeugen), Reste von Mahlzeiten (wie aufgespaltene Röhrenknochen) und viele sonstige Tierreste haben diese Fundstellen geliefert. Sie sind in einer Weise mit Ablagerungen der letzten Eiszeit verknüpft, daß über ihr postglaziales Alter kein Zweifel bestehn kann. Nüesch,[1] der vor allem das Schweizersbild ausgebeutet und, unter Mitwirkung von Fachleuten, untersucht hat, glaubt verschiedene Schichten erkennen zu können. Es sind von oben nach unten, von der jüngsten zur ältesten absteigend die folgenden:

1. Humusschicht. Haustierfauna. Eisen- und Bronzezeit.
2. Graue Kulturschicht. Waldfauna. Neolithische Zeit.
3. Breccienschicht mit oberer Nagetierschicht. Übergang zwischen Steppen- und Waldfauna. Hiatus (= Lücke zwischen paläolithischer und neolithischer Zeit).
4. Gelbe Kulturschicht. Subarktische Steppenfauna. Paläolithische Zeit.
5. Untere Nagetierschicht. Arktische Tundrenfauna. Paläolithische Zeit.

Demnach gelangten gegen Ende der Eiszeit zuerst Reste von Tundrentieren zur Ablagerung, die dann durch eine Fauna abgelöst wurden, in der gewisse, heute subarktische Steppen bewohnende Arten für eine trocken-warme (xerotherme) Periode sprechen. Fanden sich in diesen Schichten Artefakte von paläolithischen Bewohnern der Höhle, so ist die nun folgende sogenannte Breccienschicht durch ein Fehlen menschlicher Spuren („Hiatus") einerseits, durch Reste einer gemischten Fauna andererseits charakterisiert, die — immer nach Nüesch — einen Übergang von Steppe zu Wald andeutet. Dann folgen neolithische bis rezente Schichten mit Wald- und Wiesenfauna. Mit Ausnahme einiger verkohlter Hölzer fehlen in allen Schichten die pflanzlichen Reste vollständig. Neuerdings haben nun aber andre Forscher (wie Studer, Penck und Brückner) die Ansicht geäußert, daß sich eine solche scharfe Trennung der Schichten nicht durchführen lasse, daß die verschiedenen Faunen nicht nacheinander, sondern nebeneinander existiert und sich abgelagert haben. Wenn man also an dem arktischen und dem Steppencharakter der verschiedenen Tierspezies festhält, so ist man

[1] Vergl. besonders Nüesch, Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus paläolithischer und neolithischer Zeit. Neue Denkschriften der schweiz. naturforsch. Ges., Bd. XXXV.

gezwungen, ein Nebeneinander von Tundra und Steppe anzunehmen. Rückschlüsse auf eine xerotherme Periode fielen somit dahin.[1][2])

Zu erwähnen sind hier noch die postglazialen Löße, die Früh innerhalb des Moränengürtels der letzten Eiszeit beschrieben hat. Früh hat solche Löß- und Lößsandablagerungen, sowohl im walliser Rhonetal, wie im sanktgaller Rheintal, also durchaus im Gebiet der Alpen selbst, nachgewiesen. Auch an mehreren Stellen des schweizer Mittellandes sind postglaziale Löße gefunden worden, aus denen man etwa auf ein trockeneres Klima und eine spärlichere Vegetation, als sie heute herrschen, schließen könnte. Auch aus Norditalien (Turin) und Österreich sind neuerdings junge, wohl postglaziale Löße bekannt geworden.[3] Damit sind aber auch die geologischen Funde in den Alpenländern, die etwa auf eine postglaziale xerotherme Periode hinweisen könnten, erschöpft. Die sorgfältigste Untersuchung von Torfmooren aus den verschiedensten Teilen der Schweiz hat keine Anhaltspunkte über postglazialen Klimawechsel geliefert.

Im Gegensatz dazu waren es in andern Ländern, in Nordwestdeutschland und Skandinavien, gerade die Torfmoore mit ihrer an Pflanzenresten reichen Schichtfolge, die ein überraschendes Licht über die postglaziale Florengeschichte verbreitet haben. Es ist hier nicht der Ort, auf die interessanten, jedoch nicht selten voneinander abweichenden Resultate der verschiedenen Forscher einzugehen; nur ganz kurz sei auf die vortrefflichen Studien G. Anderssons hingewiesen. Obgleich er den mehrfach wiederholten Klimawechsel, wie ihn z. B. Blytt, gleichzeitig mit den geologisch nachgewiesenen postglazialen Hebungen und Senkungen, annahm, als florengeschichtlich nicht erwiesen erachtet, erkennt er doch im Postglazial eine Zeit wärmeren Klimas, in der Kiefern und hierauf Eichen die bezeichnenden Bäume waren; ihre lichten Bestände gewährten einer Anzahl Pflanzen mit größern Klimaansprüchen, der sogenannten *Ilex*-flora, Raum; Fichte und Buche hielt die Trockenheit wahrscheinlich von der Einwanderung zurück; sie sind erst auffallend spät in Skandinavien eingerückt. Aber auch aus einer uns näheren Zeit, einem „nicht weit hinter uns liegenden Teil der Postglazialzeit“ (vielleicht etwas früher als der höchste Stand des Litorinameeres in Skandinavien) hat Andersson für verschiedene Arten (Haselnuß, Linde, Erle, *Trapa natans* usw.) nördlichere Vegetationsgrenzen nachgewiesen, als sie heute haben. An Hand subfossiler Haselnußfunde hat er die damals herrschende mittlere Jahrestemperatur als um wenigstens 2,4° höher als die heutige bestimmt.

Unabhängig von dem Gang der geologisch-paläontologischen Forschung sind, wie schon bemerkt, Pflanzen- und Tiergeographen ihrerseits

---

[1]) Vergl. weiteres darüber in Früh u. Schröter, Die Moore der Schweiz, S. 353 ff.

[2]) Vergl. auch den in den Berichten der schweiz. Naturforsch. Gesellschaft St. Gallen 1907 erscheinenden Vortrag von Hescheler (Anmerkung während des Druckes).

[3]) Vergl. Penck in Naturwiss. Wochenschrift, N. F. Bd. IV, Nr. 38, 1905 und Penck u. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, Liefg. 7, S. 758/9, 1905.

zur Hypothese einer aquilonaren Zeit, einer période xérothermique usw. gekommen. Sie fanden, zerstreut unter andern Arten oder an besonders warmtrocknen Standorten, meist zu Kolonien geschart, eine Anzahl Tiere oder Pflanzen, die ihrem Verbreitungsbezirk nach aus wärmeren oder warm-trockneren Ländern, dem Mittelmeergebiet, den südrussischen und ungarischen Steppen stammen. Kommt man zur Überzeugung, daß diese Arten aus ihrer Heimat unter den heutigen Klima- und Konkurrenzverhältnissen (auch abgesehen von menschlichen Eingriffen in das Vegetationsgleichgewicht) nicht an jene Standorte gelangen könnten, so ist man zur Annahme einer postglazialen xerothermen Periode gezwungen; denn von Relikten der letzten Interglazialzeit, die die letzte Glazialzeit überdauert hätten, kann, wenigstens im Bereich der Vergletscherung, keine Rede sein. Nicht wenige Pflanzengeographen glauben, auch ohne die Annahme einer solchen Periode auskommen zu können; andere jedoch sehen in der postglazialen xerothermen Periode einen wichtigen „historischen Faktor" in der Entwicklung unserer Flora.

Aus der großen Zahl der Kolonien xerothermer oder meridionaler Arten seien hier nur genannt: die Vegetation der warmen Kreidefelsen auf den südschwedischen Inseln, die „Steppenkolonien" an den Hängen der aus der Abschmelzungszeit der letzten Eiszeit stammenden norddeutschen Urstromtäler (Loew) und im Gebiet des hercynischen Hügellandes (Drude), die Sandflora zwischen Mainz und Bingen (Jännicke) usw. In der Schweiz schließen sich hier die von Christ, Nägeli u. a. erforschten Kolonien von Steppenpflanzen in der Nordschweiz (Kanton Zürich, Thurgau, Schaffhausen), sowie die meridionalen Arten des Jurarandes an. Von größtem Interesse sind die von Stoll untersuchten und von ihm auf postglaziale Einwanderung zurückgeführten xerothermen Insektenkolonien in der Nord- und Westschweiz. Den Steppenheidegenossenschaften des Wallis, wie sie z. B. Christ in seinem „Pflanzenleben" beschreibt, reihen sich die „Colonies xérothermiques" der lemanischen Alpen an; sie sind von all den hier genannten schweizer Vorkommnissen am ausgezeichnetsten durchforscht und beschrieben von Briquet in seiner Abhandlung: „Les colonies végétales xérothermiques des Alpes lémaniennes". Briquet ist auf Grund dieser Studien der entschiedenste Verteidiger der Annahme einer postglazialen xerothermen Periode, während von den vorher genannten Forschern einige sich ablehnend, andere noch abwartend verhalten.[1])

[1]) Ob auch die so charakteristische Flora der vom Föhn getroffenen Hänge der nordalpinen See- und Flußtäler als Relikt einer etwaigen xerothermen Periode zu deuten oder durch rezenten Samentransport zu erklären ist, bleibt noch unentschieden. Viele dieser Föhnpflanzen zeichnen sich übrigens wohl durch ihr Wärmebedürfnis aus, sind aber keine Xerophyten, womit ihre Beweiskraft für eine etwaige xerotherme Periode dahinfallen muß.

Wenden wir uns nun der alpinen Flora wieder zu, so sei hervorgehoben, einmal, daß alle bisher genannten Vorkommnisse meridionaler Arten nicht (oder kaum) die alpine Region berühren, sondern sich auf niedrigeren Höhenstufen beschränken; sodann, daß wir, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, zurzeit nicht mit Sicherheit auf eine postglaziale xerotherme Periode schließen können. Wir haben nun die Frage zu stellen: hat eine etwaige xerotherme Periode einen Einfluß auf die Flora der alpinen Region gehabt? und lassen sich etwa in der alpinen Region Anhaltspunkte für die Kenntnis einer solchen Periode gewinnen?[1]) Da haben wir zunächst scharf zwischen geographisch und genetisch meridionalen Arten zu unterscheiden, d. h. zwischen Arten, die ihre Hauptverbreitung in Ländern wärmeren oder trocken-wärmeren Klimas haben, in den Alpen also unter relativ ungünstigen Bedingungen mehr oder weniger sporadisch vorkommen — und anderseits solchen Arten, deren Stammeltern oder nächste Verwandte Bewohner meridionaler Länder sind. Für eine xerotherme Periode beweisend wäre nur das Vorkommen von ersteren; und sie fehlen, soviel sich bis jetzt sagen läßt, der eigentlichen alpinen Region der Schweiz. Was jedoch die genetisch meridionalen Arten angeht, so ist ihr Vorkommen in unserer alpinen Region eine bekannte Tatsache. Da jedoch nur monographische Bearbeitung der betreffenden Gattungen imstande wäre Klarheit darüber zu schaffen, wann diese Arten sich gebildet haben, so ist man heute noch nicht in der Lage, ihr Vorkommen mit einer etwaigen xerothermen Periode in Verbindung zu bringen. Es ist jedoch sehr wohl denkbar, daß eine Anzahl dieser „meridionalen" Arten sich bereits auf das Jungtertiär zurückführen lassen.

---

[1]) H. Brockmann (1907) hat bei seiner monographischen Bearbeitung des Puschlav darauf hingewiesen, daß eine xerotherme Periode im Sinne eines mehr kontinentalen Klimas eine höhere klimatisch bedingte Baumgrenze zur Folge gehabt haben müßte. Nun sind im Puschlav wie ja auch in den übrigen Schweizeralpen eine Menge subfossiler Spuren des Baumwuchses in den Torfmooren zu finden, sie liegen aber nach den heutigen Kenntnissen alle innerhalb der heutigen klimatisch bedingten Baumgrenze (Anmerkung während des Druckes).

Viertes Kapitel.

Die geographische Verbreitung der schweizerischen Alpenflora.

§ 1. Verschiedene Einteilungen in geographische Elemente. § 2. Einige Bemerkungen zur geographischen Verbreitung schweizerisch-alpiner Arten. § 3. Zusammenfassung.

§ 1. Verschiedene Einteilungen in geographische Elemente.

Drei Quellen sind es, welchen wir Anhaltspunkte zur Erkenntnis der Florengeschichte eines Gebietes entnehmen können; schon im ersten Abschnitt wurden sie genannt: fossile Reste einstiger Vegetation; geologische Zeugen der Vergangenheit, wie Ablagerungen, Verwitterungsprodukte usw.; und schließlich die heutige Florenverteilung in unserem Gebiet und in allen denen, die je zu ihm in irgend welchen Beziehungen standen. In den zwei vorigen Abschnitten ist versucht worden, aus den beiden zuerst genannten Quellen Daten zu gewinnen. Diese Betrachtung dessen, was wir der dritten Quelle für unsere Zwecke entnehmen können, zerfällt wieder in zwei Teile: in die der Artenverteilung innerhalb der Alpen selbst, noch spezieller innerhalb des schweizerischen Hochgebirges; und in die Ermittlung der geographischen Beziehungen unserer Alpenflora zu den Floren anderer, verwandter Gebiete.

Was die Verteilung innerhalb der Alpen anlangt, so fehlt uns, trotz einer Reihe von einschlägigen pflanzengeographischen Werken, heute noch der große, allgemeine Überblick, der die Grundlage für eine Besiedlungsgeschichte abgeben könnte. Immer noch sind einzelne Teile der Alpen floristisch ungenügend erforscht, so daß das Verbreitungsgebiet der einzelnen Arten meist nicht lückenlos und sicher bekannt ist. Ohne daher weiter auf den Gegenstand der inneralpinen Artenverbreitung einzugehen sei hier nur kurz auf einige der einschlägigen Werke verwiesen; in erster Reihe auf die Kapitel in dem klassischen, unübertroffenen „Pflanzenleben der Schweiz“ von H. Christ, welche die Alpen behandeln. Für die E.-Alpen findet sich Florengeschichtliches in der „Exkursion in die Ostalpen, Führer zu den wissenschaftlichen Exkursionen usw.“ von Vierhapper und Handel-Mazzetti.[1]) Speziell mit der genauen Eruierung der Verbreitung von 160 Arten der cadorischen Alpen (in den südlichen Kalkketten der Ostalpen gelegen) beschäftigen sich zwei Abhandlungen von Chodat und Pampanini und

[1]) Vor allem auf die Westalpen bezieht sich Briquet „Le développement des flores dans les Alpes occidentales avec aperçu sur les Alpes en général“. 1906 (Anmerkung während des Druckes).

von PAMPANINI.[1]) Auf der Annahme von sogenannten „Massifs de refuge“ während der Eiszeit — klimatisch begünstigten Teilen der Südalpen, wo eine große Anzahl Arten überdauern konnten (vgl. S. 758) — fußend, erscheint als wichtigster besiedlungsgeschichtlicher Faktor die Wiedereinwanderung jener Arten von den Refugien her in benachbarte Alpenteile, sofern die Verbindungswege günstig waren. So fand nach CHODAT und PAMPANINI die (auch von andern Pflanzengeographen angenommene) Besiedlung des Wallis durch das Aostatal über die südlichen Pässe aus den Refugien des Piémont her, die analoge Besiedlung des Stilfsermassivs (Stelvio) aus den Refugien der venetianischen Alpen und benachbarter Teile statt; für manche Arten dienten noch südlichere Gebirge, wie die Euganeen, die apuanischen Alpen und Illyrien ihrerseits wiederum als Refugien gegenüber den Refugien in den südöstlichen Kalkalpen. Der Artenreichtum eines Gebietes in den Alpen (Beispiele: das Wallis und das Stilfsermassiv) wird nach CHODAT und PAMPANINI hervorgerufen, bezw. begünstigt, durch folgende Faktoren: Mannigfaltigkeit der Bodenunterlage; Trockenheit des Klimas; geringe Vergletscherung während der Eiszeit; Nähe von Refugien („la loi de la proximité“); Kontinuität der Zuwanderungswege von diesen Refugien her (Abwesenheit von „Barrièren“ durch topographische oder petrographische Hindernisse gebildet).[2]) Leider beschränken sich die Arten, auf deren Verbreitungsbild diese Schlüsse basiert sind, nur auf ein kleines, südalpines Gebiet und stellen nur eine enge Auswahl von Gewächsen auch niederer Regionen dar, wobei z. B. auffallend wenig arktisch-alpine Arten in Betracht gezogen sind. Doch wäre eine ähnliche Untersuchung auf sämtliche Arten der Alpen ausgedehnt heute noch eine unüberwindliche Arbeit, die überdies wegen der mangelhaften Kenntnis der Floristik so mancher Alpengegenden doch keine erschöpfende sein könnte. Daß andrerseits heute bereits eine Reihe von pflanzengeographischen Monographien über einzelne kleinere Alpengebiete bestehen, sei hier nur erwähnt; ihr Wert für die Florengeschichte ist ein sehr verschiedener.

Gehen wir auf die zweite der oben angedeuteten Fragen, die nach der außeralpinen Verbreitung der Alpenpflanzen, ein, so ist es trotz vieler Lücken und Fehler dennoch möglich, in großen Zügen die Verbreitung der einzelnen Art aufzusuchen und die so erhaltenen Angaben zu gruppieren, mit anderen Worten: die Alpenflora in geographische

[1]) Nähere Titel s. auf S. 743 und 744.

[2]) In den auf S. 743 und 744 erwähnten Arbeiten sucht H. BROCKMANN-JEROSCH diese Refugientheorie zu widerlegen; nach ihm erklärt sich der Reichtum verschiedener Gebiete an alpinen Arten nicht durch die Nähe klimatisch schneefreier Stellen, sondern durch Überdauern der letzten Eiszeit in verschiedenen inneren Alpenteilen (Anmerkung während des Druckes).

Elemente einzuteilen. Zweifellos wird unsere Einsicht in das Gefüge der alpinen Pflanzenwelt durch eine solche Betrachtung gefördert, obgleich keinen Augenblick vergessen werden darf, daß es sich um nichts anderes handelt, als um einen Vergleich gegenwärtiger Floren, an den sich ohne weiteres noch keine florengeschichtlichen Folgerungen knüpfen lassen.

Schon in seiner 1866 geschriebenen Abhandlung „Über die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette", die in verschiedenen Richtungen grundlegend ist, spricht CHRIST von Elementen, aus denen sich die Alpenflora zusammensetzt. Diese Elemente sind jedoch, wenn wir die schon im vorhergehenden benutzten Bezeichnungen anwenden wollen, nicht nur geographische, sondern sollen auch genetische Beziehungen ausdrücken, mit andern Worten nicht nur Arten gleicher Verbreitung, sondern auch gleicher Herkunft zusammenfassen. — CHRIST unterscheidet zunächst nur ein alpines, ein mediterranes und ein nordisches Element[1]. Gestützt auf seine Ausführungen in der eben genannten Abhandlung und im „Pflanzenleben der Schweiz" lassen sich jedoch die von CHRIST unterschiedenen Gruppen noch wie folgt zusammenstellen:[2]

I. Nordische Hauptgruppe.
- A. Europäisches Element.
  - a. Alpinen Ursprungs.
  - b. Skandinavischen Ursprungs.
- B. Nordamerikanisches Element.
- C. Nordasiatisches Element.

II. Nicht-nordische Hauptgruppe.
- A. Mediterranes Element.
  - α. Nur in die südlichen und südöstlichen Alpen reichend.
  - β. Auch in die mittleren und nördlichen Alpen dringend.
- B. Alpines Element.

CHRIST betont es selbst an verschiedenen Orten, daß die Bezeichnungen der soeben aufgezählten Elemente nicht nur ihre Verbreitung, sondern auch ihre Heimat andeuten sollen. Das nordamerikanische Element — *Anemone alpina* ist das bekannteste Beispiel —, ist nach CHRIST in den nördlichsten Teilen der Neuen Welt gebildet; das europäische in Skandinavien oder in den Alpen. Besonderes Interesse hat das nordasiatische Element; war es doch CHRIST, der zuerst und mit Nachdruck auf die große Ähnlichkeit hingewiesen hat, die zwischen der Flora der Alpen und der Gebirge des temperierten Asien besteht. In der Tat kommen fast alle Arten dieses Elementes im Altai und den benachbarten Gebirgen, zugleich aber auch fast alle in der Arktis vor. Wir können CHRIST heute allerdings nicht mehr ganz beistimmen, wenn er aus dieser gemeinsamen Verbreitung nun auch auf eine gemeinsame

---

[1] CHRIST zählt zu diesem nordischen Element 40 % der Gesamtalpenflora.
[2] Näheres in JEROSCH, Gesch. d. schwz. Alpfl., S. 73—80.

Abstammung aus den Gebirgen des temperierten Asien schließt. Es scheint der Mannigfaltigkeit der im Laufe der Florengeschichte wirkenden Faktoren zu wenig Rechnung getragen, wenn man für Arten von in großen Zügen gleichem Vorkommen nun auch gleiche Herkunft annimmt. Die Arten des alpinen Elementes haben auf den mitteleuropäischen Hochgebirgen ihr Entstehungszentrum. Den Einfluß der Alpen auf die weiterabliegenden europäischen und asiatischen Gebirge schlägt Christ sehr niedrig an.

Seit Christ, als Anhang zu seiner vorher zitierten, hochbedeutsamen Abhandlung, Angaben über die Verbreitung jeder einzelnen Alpenart in Tabellenform veröffentlichte, sind mehrere Jahrzehnte vergangen. Seither haben sich unsere Kenntnisse über die Floren der Arktis und der Hochgebirge so erweitert, daß es von Interesse schien, den Versuch, den Christ in seinen eben erwähnten Tabulae macht, gestützt auf diese zu erneuern und dann eine Einteilung in rein geographische Elemente, ohne historische oder genetische Beziehungen vorzunehmen. Beides habe ich vor kurzem für die schweizerische Alpenflora an Hand der neueren Veröffentlichungen zu tun versucht.[1] Zugrunde gelegt ist eine Auswahl von 420 Phanerogamenarten, die in der alpinen und nivalen Region der Schweizeralpen vorkommen; ihr Auftreten in 11 Gebieten, sowie als Diluvialfossilien wurde ermittelt. Es sei hier ein kurzer Überblick über die gewonnenen Resultate gegeben.

Es finden sich von einer Gesamtheit von 420 phanerogamen Arten und 4 gesondert betrachteten Varietäten der alpinen Region der Schweiz:

in den Westalpen	388	Arten
„ „ Zentralalpen . . .	360	„
„ „ Ostalpen	399	„
„ „ Karpathen	231	„
„ „ Pyrenäen	275	„
im Kaukasus	121	„
in der Westarktis	137	„
„ „ Ostarktis.	133	„
im Ural	103	„
„ Altai	129	„
„ Himalaya	72	„
fossil im Diluvium . . .	30	„

Nimmt man nun die Einteilung dieser 420 Arten in geographische Elemente vor, so muß zuerst eine Hauptgruppe als erstes Element der Ubiquisten abgesondert werden, das aus Gewächsen besteht, welche, obgleich in die alpine Region hinaufsteigend und dort vielfach eigene Varietäten ausbildend, doch weder für diese Region charakteristisch noch ihr eigentümlich sind; sie sind Pflanzen der Ebene, Ubiquisten, in vertikaler Richtung mehr als in horizontaler.

Als Beispiele seien *Anthoxanthum odoratum*, *Poa annua*, *Nardus stricta*, *Anthyllis vulneraria*, die drei *Vaccinien*, *Calluna vulgaris*, *Solidago virga-aurea* genannt.

---

[1]) In Jerosch, Gesch. d. schwz. Alpfl., wo sich Näheres über Verbreitung und Einteilung der Arten findet.

Das zweite, das alpin-nordeuropäische Element, besteht aus Arten, die zwar bis nach Skandinavien, in ein paar wenigen Fällen sogar noch weiter bis nach Grönland oder ins atlantische Nordamerika gehen; doch liegt ihr Verbreitungszentrum nicht dort, sondern im nichtarktischen Nordeuropa, bezw. in den mitteleuropäischen Hochgebirgen. Daß von ihnen nur wenige im Kaukasus vorkommen, nimmt nicht wunder.

Beispiele: *Sesleria coerulea*, *Nigritella nigra*, *Campanula barbata*.

Als das dritte, das mitteleuropäisch-alpine Element, sind jene Arten zusammengefaßt, die nur auf den mitteleuropäischen Hochgebirgen (Pyrenäen, Alpen, Karpathen und Kaukasus), sowie den nördlich und südlich sich anschließenden Mittelgebirgen vorkommen. Der Kaukasus nimmt in der Reihe dieser Hochgebirge eine durchaus gesonderte Stellung ein, was sich auch darin ausdrückt, daß von den 158 Arten dieses Elementes nur 20 im Kaukasus vorkommen. Der Ural weist von diesen Arten sogar keine einzige auf.

Beispiele: Die Mehrzahl der Steinbreche wie *Saxifraga caesia*, *S. aspera*, *S. muscoides* usw., *Trifolium alpinum*, *Viola calcarata*, unsere beiden Alpenrosen (*Rhododendron hirsutum* und *Rh. ferrugineum*), *Erica carnea*, *Primula auricula*, *Soldanella alpina* und *pusilla*, *Erinus alpinus*, die Mehrzahl der *Gentianen* und *Androsacen*.

Das vierte, das Alpenelement, endlich besteht aus solchen Arten, die nur in den Alpen und noch etwa auf mittel- und südeuropäischen Mittelgebirgen (Jura, Rauhe Alb, Apennin usw.), aber nicht in den anderen Hochgebirgen vorkommen.

Beispiele: *Rumex nivalis*, *Aquilegia alpina*, *Papaver aurantiacum*, *Eryngium alpinum*, *Androsace helvetica*, *Gentiana pannonica*, *G. bavarica*, *Campanula thyrsoidea*, *C. excisa*, *C. cenisia*, *Cirsium spinosissimum*.

Die nun folgenden zwei Elemente umfassen alle Arten der Alpenflora, die in der arktischen Zone vorkommen. Eine erste Trennung ist vorgenommen, je nachdem die Arten im Altai und benachbarten Gebirgen vorhanden sind oder nicht. So ergibt sich das fünfte oder arktisch-altaische Element. Dasselbe weist die stattliche Zahl von 94 Arten auf und von diesen ist wieder weitaus die Mehrzahl, 82, zirkumpolar, d. h. in beiden Arktishälften vorkommend. Im Kaukasus kommen im ganzen 52 Arten des arktisch-altaischen Elementes vor.

Beispiele: *Salix herbacea*, *S. reticulata*, *S. hastata* und noch vier andere *Salices*, *Oxyria digyna*, *Polygonum viviparum*, *Thalictrum alpinum*, *Saxifraga oppositifolia*, *Dryas octopetala*, *Eritrichium nanum*, *Bartschia alpina*, *Aster alpinus* usw.

Das sechste oder arktische Element umfaßt jene Arten, die in der Arktis, aber nicht im Altai vorkommen, und deren Zahl, 34, gegenüber der des vorigen Elementes recht gering ist. 17 von ihnen sind zirkumpolar; 10 Arten sind im Kaukasus, 8 im Ural, 3 im Himalaya vorhanden.

Beispiele: *Eriophorum Scheuchzeri*, *Silene acaulis*, *Cardamine alpina*, *Gentiana nivalis*, *Gnaphalium supinum* usw.

Von besonderem Interesse ist das siebente, altaische Element, dessen 20 Arten im Altai, aber nicht in der Arktis vorkommen. Bietet für 9 von ihnen der Kaukasus, für 8 der Ural eine Zwischenstation, so machen doch 7 den Sprung von den mitteleuropäischen zu den südsibirischen Hochgebirgen.

Beispiele: *Allium victoriale*, *Callianthemum coriandrifolium*, *Scutellaria alpina*, *Leontopodium alpinum*, *Saussurea lapathifolia* usw.

Um leichteren Überblick zu gewinnen sei die folgende Zusammenstellung der Elemente, zu denen die 420 alpinen phanerogamen Arten der Schweiz sich gruppieren, gegeben:

I. Hauptgruppe. Arten der Ebene.

Erstes oder Ubiquisten-Element: 31 Arten = 7,4 %.

II. Hauptgruppe. Arten, die der Arktis und den asiatischen Hochgebirgen fehlen: 240 Arten = 57,3 %.

A. Arten, die in den europäischen Hochgebirgen und Nordeuropa vorkommen (bezw. in die benachbarte Arktis hineinreichen).

Zweites oder alpin-nordeuropäisches Element: 18 Arten = 4,3 %.

B. Arten, die nur in den mitteleuropäischen Hochgebirgen (Pyrenäen bis Kaukasus inkl.) und den benachbarten Mittelgebirgen vorkommen.

Drittes oder mitteleuropäisch-alpines Element: 158 Arten = 37,6 %.

C. Arten, die der Alpenkette (und benachbarten Mittelgebirgen) eigen sind.

Viertes oder Alpenelement: 64 Arten = 15,4 %.

III. Hauptgruppe. Arten, die in der Arktis vorkommen: 128 Arten = 30,7 %.

A. Arten, die in der Arktis und im Altai vorkommen.

Fünftes oder arktisch-altaisches Element: 94 Arten = 22,5 %.

Hiervon: α) zirkumpolar: 82 Arten = 19,6 %.

β) nur in einer Arktishälfte: 12 Arten = 2,9 %.

B. Arten, die in der Arktis, aber nicht im Altai vorkommen.

Sechstes oder arktisches Element: 34 Arten = 8,2 %.

Hiervon: α) zirkumpolar: 17 Arten = 4,1 %.

β) nur in einer Arktishälfte: 17 Arten = 4,1 %.

IV. Hauptgruppe. Arten, die im Altai, aber nicht in der Arktis vorkommen.

Siebentes oder altaisches Element: 20 Arten = 4,8 %.[1]

---

[1]) Ein achtes Element, das ich als „himalayisches" bezeichnete (s. Jerosch, Gesch. d. Alpfl. S. 87, 93, sowie 178 Anm. 13), gründete sich einzig auf das Vorkommen von *Festuca Halleri* All.; diese Pflanze wird jedoch systematisch sehr verschieden bewertet, von Hackel (Monographia Festucarum europearum) als Varietät, von Ascherson u. Graebner (Synopsis) als Unterart. Sie kommt nach Hackel in einer Form (*breviaristata*) im Himalaya vor (Sikkhim, leg. Hooker), während Ascherson u. Graebner dieses Vorkommen mit einem Frage-

Was lehren uns solche Zahlen und die Einteilung in geographische Elemente überhaupt? Nochmals sei davor gewarnt, in ihr mehr zu sehen, als eine übersichtliche Darstellung heutiger Artverbreitung. Eine Art gehört z. B. zum arktischen Element; ist sie in der Arktis entstanden, von dort in der Eiszeit ins Florenmischgebiet gewandert und im Postglazial sowohl in die Arktis zurückgekehrt als in die Alpen eingedrungen? Wohl möglich, daß ihre Geschichte so verlief; möglich aber auch, daß die Pflanze in einem Gebiet entstand, dem sie heute fehlt, z. B. im Altai, in das sie dann, durch die Glazialzeit daraus vertrieben, nicht wieder einzuwandern vermochte. Nur spezielles Studium dieser Art und ihrer Sippe kann Aufschluß geben, nicht ein gegeneinander Abwägen von Prozentzahlen gemeinsamer Arten in verschiedenen Gebieten; ein geographisches Element ist von genetischen und historischen Gesichtspunkten aus betrachtet eine bunt zusammengewürfelte Gesellschaft, in der Wesensfremdes zusammengestellt, Verwandtes auseinandergetrennt werden muß.

§ 2. Einige Bemerkungen zur geographischen Verbreitung schweizerisch-alpiner Arten.

An die oben gegebenen Zahlen und Einteilungen lassen sich ein paar Bemerkungen knüpfen. — Da springt zunächst die große Zahl von Arten in die Augen, die die Karpathen und ganz besonders die Pyrenäen mit den Schweizeralpen gemeinsam haben (231 bezw. 275 von 420 Arten). Gemeinsame Quellen haben die Floren dieser Gebirge gespeist und die Zustände in den zwischen ihnen liegenden Gebieten erlaubten einen gegenseitigen Austausch, so dürfen wir folgern; daß die Verwandtschaft mit den Floren des Ural und des Kaukasus weit geringer ist, nimmt nicht wunder. Lassen wir im folgenden die Arten, welche unser erstes, das Ubiquisten-Element bilden, außer Betracht, so zeigt sich recht deutlich, daß die ganz überwiegende Mehrzahl der dem Ural und den Alpen gemeinsamen Arten dem arktisch-altaischen Element angehört, nämlich 58 von 79 Arten. — Da man bei verschiedenen Forschern neuerdings die Ansicht vertreten findet, der arktische Bestandteil der Alpenflora sei gar nicht so groß, als man meist annehme, so sei nochmals hervorgehoben, daß wir für die Schweizeralpen einen Anteil von fast $^1/_3$ (30,7 %) an Arten finden, die in der Arktis, also jenseits der polaren Baumgrenze, vorkommen; von ihnen sind wieder 23,7 % in so weiten Teilen der Arktis verbreitet, daß wir sie als zirkumpolar bezeichnen dürfen. Mögen die Glieder des arktischen und arktisch-altaischen Elementes sich an Schönheit und Farbenpracht auch nicht mit denen des mitteleuropäischen und des Alpenelementes messen können, ihnen, wenn man so sagen darf, physiognomisch oder ästhetisch nicht ebenbürtig sein, numerisch nehmen sie einen

---

zeichen versehen. Dies himalayische Element kann daher wohl als unsicher fallen gelassen werden. Allerdings scheint es wieder eine Stütze zu finden in der Art *Gentiana nana* Wulf., die nach Koch (Synopsis, III. deutsche Aufl.) in Tirol, Salzburg, Kärnten, nach Pampanini (l. c. S. 140) jedoch außerdem noch in Piemont, West-Tibet, West-Himalaya?, Kaschemir vorkommt.

gewichtigen Platz im Ganzen der Alpenflora ein. — Nicht ganz so groß wie der arktische ist der altaische Anteil; er umfaßt (wieder das Ubiquisten-Element außer Betracht gelassen) das altaische und das arktisch-altaische Element, 114 Arten, 27,3 %. Von ihnen nimmt besonders das mit 20 Arten vertretene, altaische Element unser Interesse in Anspruch. Es wurde schon auf S. 772 erwähnt, daß für 7 von diesen Arten ein vermittelndes Vorkommen im Ural oder Kaukasus, soviel wenigstens den heute vorhandenen Quellen zu entnehmen ist, fehlt. Natürlich läßt sich hier, wo es sich z. T. um botanisch noch lange nicht erschöpfend erforschte Gebiete handelt, noch nicht viel mehr tun, als auf diese Tatsache hinweisen. Wie das gemeinsame Vorkommen in zwei so entfernten Gegenden zu erklären ist, wird vielleicht genauere Spezialuntersuchung lehren; es liegt auf der Hand, an ein Aussterben im zwischenliegenden Gebiet zu denken. Zu diesen 7 Arten gehört u. a. auch das Edelweiß (*Leontopodium alpinum*), über dessen Verbreitung bereits an früherer Stelle einläßlich gesprochen wurde.

Noch merkwürdiger ist die Verbreitung einer andern, in manchen Teilen der Schweizeralpen nicht seltenen, schönen Pflanze, des roten Enzian (*Gentiana purpurea*); auch über ihr Vorkommen ist im vorhergehenden das Genauere gesagt. Von den übrigen 11 Gentianen unsrer alpinen Schweizerflora gehen nur noch 2 (*G. campestris* und *G. nivalis*) in den hohen Norden, eine (*G. verna*) in den Altai und noch eine (*G. tenella*) gehört beiden Gebieten an. Die andern, über die Hälfte, sind Glieder des mitteleuropäisch-alpinen oder des Alpenelementes. Bei andern Gattungen, und gerade bei solchen, deren Arten zu den typischsten Erscheinungen unserer Alpenflora zählen, ist das Verhältnis zu ungunsten des arktischen Anteils ein noch viel stärkeres. Es seien hier nur die drei wohlbekannten und artenreichen Gattungen *Primula*, *Androsace* und *Saxifraga* genannt. Alle drei Gattungen sind dabei keineswegs auf Europa beschränkt; sie zeigen vielmehr besonders in den asiatischen Gebirgen eine überaus reiche Entwicklung, aber eben in andern Arten und Sektionen, als bei uns. Die Arten der alpinen Region der Schweiz verteilen sich auf die einzelnen Elemente wie folgt:

	Arktisches Element	Arktisch-altaisches Element	Alpin-nordeuropäisches Element	Mitteleuropäisch-alpines Element	Alpenelement	Summe der Arten
Primula		1 [1])		5	2	8
Androsace		1 [1])		5	2	8
Saxifraga	3	5	1	7	4	20

[1]) Nämlich: *Primula farinosa* und *Androsace chamaejasme*, beides Arten von sehr weiter Verbreitung.

Als Gegenbeispiel hierzu seien die schweizerisch-alpinen Arten von *Salix* und *Carex* genannt, die sich folgendermaßen auf die einzelnen Elemente verteilen:

	Arktisches Element	Arktisch-altaisches Element	Altaisches Element	Alpin-nord-europäisches Element	Ubiquisten-Element	Mitteleuropäisch-alpines Element	Alpen-element	Summe der Arten
Salix		8	1			1	2	12
Carex	3	13		1	1	4	2	24

Aber nicht nur im arktischen Norden, auch weit im Süden, gegen die Antarktis hin, sind noch einige Glieder unserer Alpenflora verbreitet. Von den 420 Arten unserer Auswahl kommen 7 in Feuerland vor, z. B. *Primula farinosa* und das außerordentlich weit verbreitete Gras *Trisetum spicatum.* Daß sich für 72 unserer Arten die Angabe eines Vorkommens im Himalaya fand, wurde schon erwähnt; doch sind hier vielleicht nicht alle Daten ganz sicher. — Als Vermittler asiatisch-europäischen Pflanzenaustausches hat ohne Zweifel der Kaukasus eine Rolle gespielt. Daß dieselbe jedoch nicht so groß war, als man auf den ersten Blick annehmen könnte, und daß überhaupt die Übereinstimmung zwischen Alpen- und Kaukasusflora nur eine beschränkte ist, lehrt die folgende Zusammenstellung.

Es umfaßt an Arten:	im ganzen	hiervon im Kaukasus vorkommend	hiervon im Kaukasus fehlend
das arktisch-altaische Element	94	50	44
das altaische Element	20	9	11
das arktische Element	34	13	21
das alpin-nordeuropäische Element	18	7	11
das mitteleuropäisch-alpine Element	158	17	141

Der Kaukasus bewahrt also den Gebirgen der Alpenachse gegenüber eine große Selbständigkeit. Bei manchen Arten oder Gattungen kann man geradezu von einer Kaukasuslücke sprechen, so beim Edelweiß und verschiedenen Weiden. Will man nicht an ein Aussterben der betreffenden Arten im Kaukasus denken, so darf man dies Gebirge in vielen Fällen nicht als Kommunikationsweg zwischen Asien und Europa

annehmen. Der Altai hat 114, der Kaukasus nur 96 Arten[1]) mit den Alpen gemeinsam. Eine Anzahl von Arten sind also wohl südlich oder nördlich, über Ural und Arktis gewandert.

§ 3. Zusammenfassung.

Versuchen wir zum Schluß den Gesamteindruck, den eine genauere Betrachtung der außeralpinen geographischen Verbreitung der Alpenflora macht, zusammenzufassen: Die alpine Region der Alpen läßt sich, wie sie überall von der subalpinen, montanen und collinen Region umgürtet und von der alpinen Region anderer Gebirge getrennt ist, einer ozeanischen Insel vergleichen. Wenn man jedoch hiernach in ihr eine Flora erwartet, die fast ganz aus eigentümlichen, endemischen Formen besteht, so täuscht man sich. Nur etwa $^1/_7$ (15,4 $^0/_0$) der schweizerischen Arten sind den Alpen[2]) eigentümlich; die fast dreimal so große Zahl (41,9 $^0/_0$) findet sich auf andern europäischen Hochgebirgen oder in Nordeuropa, fast $^1/_3$ (30,7 $^0/_0$) in der arktischen Zone und fast ebensoviel (27,3 $^0/_0$) im Altai und benachbarten Gebirgen wieder. Der Grund hierfür liegt wahrscheinlich in den starken geologischen und klimatologischen Veränderungen, welche die alpine Flora über sich hat ergehen lassen müssen; sie brachten sie mit den Floren der verschiedensten Gebiete in Berührung und schufen Wanderungsmöglichkeit hinüber und herüber.

---

[1]) Wenn man vom Ubiquisten-Element absieht.
[2]) Inkl. benachbarten Mittelgebirgen.

Register der Pflanzennamen.[1])

Es bedeuten: ... = Sectio; * = subspecies; † = varietas; †† = subvarietas; f. = forma; l. = lusus; × = Bastard. Die mit * versehenen Seitenzahlen weisen auf eine Abbildung.

Abrotanella forsterioides 573.
Acantholimon 385.
Achillea L. 375. 527*.
— atrata L. 219. 505. **526—28**. 552. 611. 612.
† Clusiana Tausch 527*. 528.
† genuina Heimerl 527*. 528.
— clavenae 527*. **529**.
— Hausknechtiana Ascherson 527*. 529.
— herba-rota All. 527*. **528—29**.
† ambigua Heimerl 527*.
† typica 527*.
— macrophylla L. 98. **505**.
— millefolium L. 258. 641*.
— Morisiana Rchb. fil. 527*. 529.
— moschata Wulf. 316. 505. **526—28**. 527*. 529. 612.
† stenorrhachis Heimerl 527*.
† platyrrhachis Heimerl 527*.
— nana 505. 527*. 528. **529**. 612. 660. 735.
— oxyloba (DC.) Heimerl 527*. **529**.
Aconitum L. 63. 506—07. 665.
— lycoctonum L. **507**.
— Napellus L. 94. 159. **506—07**. 691*. 693.
— paniculatum Lam. 507.
— Stoerkeanum Rchb. 507.
— variegatum L. 507.
Adelgras 277.
Adenostyles 505. 665.
— alliariae Gouan **505**.
— alpina L. 98. 504*. **505**.
— leucophylla (Willd.) Reichenb. 505.
Aecidium abietinum Alb. u. Schw. **106**. 107*.
— columnare Alb. u. Schw. 169.
— Rhamni Gmel. 202.
Agave 118.
Agrostideto-Trifolietum 255.
Agrostidetum 330.
Agrostis L. **254—61**. 477.
— alba L. **258—61**. 259*. 342. 520.
* flavida 616.
† patula Gaudin 261.
— alpina Scop. 135. 143. **254—56**. 257. 258. 303. 328. 329. 369. 659.
† aurata (All.) Richt. 255.
† Schleicheri Jordan u. Verlot **256**.
— rupestris All. 135. 159. 254. 255. **256—58**. 257*. 329. 612. 656. 659.
† straminea Schur. 258.
— vulgaris Withering 13. **258**. 259*. 260. 297. 309. 388.
Ahorn 751.
Aira flexuosa 144.
Ajuga chamaepitys 633.
— pyramidalis L. **480**.
Akazie 130*. 131.
Alchimilla **438—45**. 439*. 499. 572. 665.
— alpestris Schmidt 439*.
† frigens Bus. 439*.
... alpina 440*. 441*. **442—44**. 499. 500. 660. 666.
... Aphanes 438. 444.
— coriacea Buser 439*.
† demissa Buser 439*.
† fissimima Buser 439*.
— decumbens Buser 494. 499.
... Eualchimilla 438.
— eualpina A. u. G. 159. 439*. 440* **442—43**.
† saxatilis (Bus.) Briquet 443.
† subsericea Reuter 439*.
f. truncata (Reut.) Buser 439*.
— fissa Schum. 441 (= glaberrima Schmidt).
— flabellata Bus. 439*.
† radiisecta Buser 439*.
— frigens 499.

[1]) Die mühevolle Zusammenstellung des Registers haben meine Schwester, Frl. Luise Schröter und Herr Dr. Rothpletz in Küßnacht bei Zürich freundlichst besorgt; es sei ihnen auch hier dafür wärmstens gedankt.

Alchimilla glaberrima Schmidt 219. **444**. 493.
— Hoppeana (Rchb.) Buser 59. 159. 438. 439*. 441*. **442**.
* conjuncta Bab. 443.
† gelida 438.
† glacialis Bus. 438. 439*.
† grossidens Bus. 438. 439*.
† pallens Bus. 439*.
† petiolulata Bus. 439.
— pentaphyllea 225. 438. 493. 494. **499*** bis **500**. 671.
† heptaphylla (Sch.) = cuneata Gaud. 499.
† sericans Tausch = cuneata Gaud. 499.
— pubescens Lam. = montana Willd. 59. 255. **444**. 613.
* colorata Buser 439*.
* intermedia Clairv. 439*.
* splendens Chr. **445**.
... Saxatiles 443.
— semisecta 499.
... Vulgares 499.
— vulgaris L. **445**. 499. 500. 665.
Alectoria nigrescens 516.
— jubata Ach. 560.
† depressula Müll.-Arg. 560.
— ochroleuca Nyl. **515**. 516.
Alectorolophus All. **463—65**. 464*. 467.
— alpinus 465*.
— angustifolius (Gmel.) Heynh. 463. 465*.
f. autumnalis 465*.
— hirsutus Lam. 463. 465*. 632. 665.
— lanceolatus (Neilr.) Sterneck 465*.
— major (Ehrh.) Rchb. 463.
... minor 465.
— minor (Ehrh.) Wimm. 465.
— patulus (Scop.) Sterneck 465.
— Semleri Sterneck 465.
— stenophyllus (Schur) Sterneck 465.
— subalpinus Sterneck 465*.
Algen 70. 514. 515. 559. 560. 561. 562. 619. 623. 624. 650. 662.
Algentierchen 621.
Allermannsschild 349—60*.
Allium Kermesinum 354. 361.
— insubricum 354. 361.
— montanum 354.
— narcissiflorum 354. 361.
— schoenoprasum L. 354.
† foliosum Clar. 333. **360**.
† sibiricum 354.
— senescens L. 361.
— sphaerocephalum L. 360.
— strictum Schrad. 354. 361.
— victoriale L. 354. **359—60**. 772.
Allosurus crispus Bernh. 535.
Alnus 674.
— alnobetula = viridis 37. **95—99**. 96*. 97*. 659.
† minor Parl. = Brembana Rota 98.
Alpenaklei **507**.
Alpenampfer 394. 508.
Alpenanemone **428—30**. 489.
Alpenaster 256. 296. 297. **386**.
Alpenaugentrost 296.
Alpenazalee 99. 101. **129—36**. 132*. 133*. 149. 159.
Alpenbärentraube 99. 102. 156. **157—163**. 158*. 161*. 162*.
Alpenbalsam 203.
Alpenbartschie **465—67**.
Alpenberglinse 372.
Alpenberufskraut 386.
Alpendrüsengriffel 505.
Alpenehrenpreis 226. 468.
Alpenerle 14. 21. 37. 68. 70. 83. **95—99**. 96*. 97*. 115. 121. 170. 177. 243. 245. 303. 320. 359. 373. 399. 402. 451. 453. 485. 504. 505. 520. 686.
Alpenfetthenne **540**.
Alpenfettkraut **593—94**. 595*.
Alpenflockenblume **394**.
Alpengänsekresse **531**.
Alpengemskresse **553**.
kurzstenglige **553**.
Alpengrasnelke 474*. **475**.
Alpenglockenblume **399**.
Alpenglöckchen 225. **481—86**.
gemeines **485**.
kleinstes **485**.
Alpenhaarbinse **340**. 341*.
Alpenhabichtskraut 329. **380**.
Alpenhahnenfuß **489—90**.
Alpenhauswurz **598**.
Alpenheckenkirsche **241—42**.
Alpenheckenrose **242—44**.
Alpenheiderich 142—43.
Alpenhornkraut **534**.
Alpenjohannisbeere **246**.
Alpenkernere 589.
Alpenklee 222. 255. 303. 368. **369**.
Alpenknöterich 276. **478**.
Alpenkreuzkraut **505**.
Alpenlattich 391*. **392**, 641*.
Alpenlein 479.
Alpenleinkraut **531—32**.
Alpenliebstöckel 226.
Alpenlieschgras **250—52**. 251*. 252*. 276. 297. 304.
Alpenlöwenzahn **501**.
Alpenmannsstreu **506**.
Alpenmilchkraut **505**.
Alpenmittelfarn **509**.
Alpenmohn 553—56.
Alpenprimeln 471*.

Alpenrebe **237—40.**
Alpenrispengras **272*—78.** 274*. 297. 304.
Alpenrose 8. 21. 37. 41. 68. 88. 94. 99. **102—25.** 103*. 107*. 108*. 109* 112*. 117*. 127. 128. 159. 169. 194. 245. 248. 302. 652. 668. 735. 761.
behaarte **102—25.**
mittlere **102—25.**
rostrote **102—25.** 652.
wimperhaarige 128 (= behaarte).
Alpenrosenäpfelchen 107*. 108*. 109*.
Alpensaussurea **394.**
Alpenschaumkraut 499*. 500.
Alpenschnittlauch 333. **360.**
Alpenschwingel **601.**
Alpensegge 330.
Alpensimse 349*. 350. **352.**
Alpensoldanelle 485*.
Alpensonnenröschen **534.**
Alpenstraußgras **254—56.** 303. 329.
Alpentozzie 467—68.
Alpentraganth **372.**
Alpenvergißmeinnicht **481.**
Alpenwaldrebe 88. **237.** 238*. 239*.
Alpenwegdorn 203.
Alpenwegerich **445—48.** 446*.
Alpenwindhalm 54—58.
Alpenwucherblume 226. **388—90.** 389*.
Alsine verna (L.) Wahlb. 159. 219. 221. 226. 501. 613. 735.
— Gerardi (Willd.) M. u. K. 255.
† liniflora 735.
— octandra (Sieb.) Kern. 579.
— recurva (All.) Wahlb. 613.
— sedoides Kittel 570. 575. **578—79*.** 612.
Alyssum alpestre 657.
— calycinum 653.
— montanum L. 714.
— saxatile L. 715.
Amaryllidaceen **354—61.**
Amelanchier vulgaris 37.
Ampfer, schildblättr. **530.** 538*.
Anabasis aretioides 573*. 574*.
Ancylonema Nordenskiöldi Berggr. 624*.
Andraea nivalis Hooker 517. 566.
— petrophila Ehrh. 566.
— rupestris L. 566.
Andromeda polifolia 85*. 173*.
Andropogon nardus 299.
Androsacen **473—75.** 569. 772.
Androsace L. **473—75.** 660. 775.
— alpina (L.) Lam. 578.
— carnea **474.**
... Chamaejasme 473.
— Chamaejasme Host 143. 472*. **474.** 578. 656. 669.
— Charpentieri Oswald Heer 578.
Androsace glacialis Hoppe 417. 556. 578. **611—12.** 669. 742.
— Hausmanni Leyb. 578.
— helvetica 575. (L.) Gaud. 576*. 578. **650.** 656. 772.
— imbricata Lam. **577.** 578. 612.
— obtusifolia 221. **474.** 612.
— pubescens DC. 556. **578.** 612.
— Wulfeniana Suter 578.
Anemone 297. **428—32.** 431*. 445. 489. 665. 674. 733.
— Ajanensis Regel u. Tilling 489.
— alpina L. 143. **428—29.** 686. 770.
— baldensis L. 428. 432.
— Halleri All. 297. 428. **430—31*.**
— Hallers **430—31*.**
narzissenblütige 431—32.
— narcissiflora L. 143. **431—32.**
— nemorosa L. 490.
... Pulsatilla 428—31.
— pulsatilla 428. 430.
schwefelgelbe 429.
— sulfurea L. 428. **429*—30.**
— vernalis L. 46. 54. 59. 143. 428. 431*. **489.**
† purpurascens v. Tavel 489.
— vom Monte Baldo 612.
— weiße 429.
Angstroemia longipes 516.
Anomobryum julaceum Sm. 620.
Anoectangium compactum Schleicher 566.
Antennaria 375. 377. 385. 733.
— carpathica L. 255. **385.**
— dioica Gärtn. 59. 255. 286. 303. **385.**
— muscoïdes Hook. f. u. Thoms. 573.
Anthelia Juratzkana 492. 493. **496.** 517.
Anthericus ramosus 143.
Anthoxanthum odoratum L. 159. 219. 255. 260. 286. **307—09.** 308*.
Anthriscus 707.
— silvestris 448. 453.
Anthyllis 667.
— vulneraria L. 46. 54. 59. 143. 219. 221. **373—74.** 724. 771.
† affinis Brittinger 373.
† alpestris Kit. 219. 221. 373. 495.
† Dillenii Schult. 373. 657.
† rubriflora Ser. 373.
† typica Beck 373.
† vulgaris Hoch. 373.
— Webbiana Hooker 657.
Apiosporium Rhododendri 107. 108.
Aquilegia alpina L. **507.** 772.
— vulgaris L. 507.
Arabis 632.
— alpina L. 517. **531.** 612. 614. 635. 660. 665. 667. 669.

Arabis coerula (All.) Hanke 219. **589** bis **590***. 733. 735.
— pauciflora (Grimm) Garcke 316.
— pumila Jacq. 329. **589**. 590*. 660.
Arbutoïdeen 162.
Arcellen 566.
Archhieracium 379.
Arctostaphylos alpina (L.) Spreng. 135. **157—63**. 158*. 161*. 162*. 214. 635. 636. 647. 662. 666.
— officinalis (= uva ursi) 100. 101*. 102. **152—57**.
— uva ursi (L.) Spreng. 59. 128. 135. 149. **152—57**. 153*. 154*. 160. 286. 545. 635. 636. 656. 736. 757.
† leucocarpus Aschers u. Magnus 155.
Arctous alpina (Sprgl.) Niedenzu. **157** bis **163**. 161.
Arenaria biflora L. 226. 493. 494. **497**. 499*.
— Marschlinsii 632.
— serpyllifolia L. 633.
Aretia 54. 114. 569. 573. 575. 578.
— helvetica 576.
Armeria alpina (Hoppe) Willd. 328. 474*. **475**. 733. 735.
Armleuchtergewächse **617**.
Arnica L. 150. 286. 377. 392. 665. 668.
— montana L. 143. 303. **392**.
Arnicetum 392.
Aronicum 518. **536**. 537*. 665.
— doronicum Jacq. **536**. 537*. 613.
— glaciale (Wulf.) Rchb. **536**. 537*. 667.
† calcareum (Vierh.) Schr. 536. 537*.
† scorpioides (L.) J. Koch **536**. 537*.
Arrhenatherum elatius 649.
Artemisia L. 375. 385. 575. 585. **607—09**. 660. 661. 665.
... Abrotanum 608.
... Absinthium 608.
— atrata Lam. 316. **609**.
— caucasica Willd. **608**.
— glacialis L. 608. 657. 660.
— laxa L. (Lamarck) Fritsch 608.
— mutellina Vill. 221. **608**. 612. 644. 657. 660.
— nana **609**.
— nitida Bertol. **608**.
— pedemontana Bulb. **608**.
— petrosa (Baumg.) Fr. **608—609**.
— spicata Wulfen **608**. 612. 660. 669.
— Villarsii Gren. u. Godr. 608.
— vulgaris 607.
Artischoken ähnliche 392—94.
Arthopyrenia 565.
... Acrocordia 565.
— conoidea (Fr.) A. Zahlbr. 565.
Arve 18. 19. 20. 22. 23. 32. 35. 47. 87*. 91. 94. 99. 116. 117*. 135. 149. 163. 171. 236. 239. 303. 309. 401. 650. 668. 736.
Asperula taurina L. 692*. 693.
Asphodelus 359.
Aspicilia aquatica (Fr.) Krbr. 620.
Aspidium lonchitis **160**.
— rigidum Swartz **535**.
Asplenum ruta muraria 160.
— viride 160. 219.
Astasia margaritifera Schmid 622.
— pusilla Perty 622.
Aster alpinus L. 143. 221. 296. 375. **386**. 603. 656. 667. 669. 689. 690*. 735. 772.
Asterähnliche 297. **386—90**.
Asterinae **386—90**.
Asterionella gracillima Grunow 622.
Astmoos 88. 616. 620.
Astragaleen **371—72**.
Astragalus L. 385. 668.
— alpinus L. **372**.
— aristatus L'Hér. 372.
— depressus L. 372.
— leontinus Wulfen 372.
Astrantia **452**.
— bavarica F. Sz. **453**.
— carniolica Wulfen **453**.
— major L. **453**.
— minor L. **453**.
Athamanta hirsuta (Lam.) Briquet **607** (= cretensis L. 88).
Atragene 88.
— alpina L. 88. **237—40**. 238*.
lus. Kraettliana Schr. 237. 239*.
† platysepala Trautvetter 240.
† sibirica DC. 240.
Atrichetum 342.
Athyrium alpestre (Hoppe) Rgl. **509**.
Augentrost **458—63**. 459. 633.
alpiner **461—62**.
behaarter **461**.
kleinster **459—61**. 460*.
kurzhaariger **461**.
Rostkovs **461**. 462.
Salzburger **462—63**.
tartarischer **461**.
Augenwurz, behaarte **607**.
Aurikel 407. 472. 593.
Aurospora chlorophana (Wahlb.) Mass. 565.
Avena **261—64**.
— alpina Smith **263**.
— montana Vill. 263.
— Parlatorii Woods **263**. 316.
— planiculmis Schrad. **264**.
— pubescens Huds **263**.
* amethystina Clarion **263**.
* laevigata Schur. **263**.
† alpina Gaud. **263**.

Avena sempervirens Vill. **263.**
— setacea Vill. **263.**
— versicolor Vill. 135. 143. 255. **261—264.** 284. 303. 328. 329. 612.
... Avenastrum **261—64.**
Azalea 123. 131. 170. 262. 392.
— procumbens L. 59. 100. 101*. 102. **129—36.**
Azaletum 156. 175. 181. 330.
Azorella 569. 573. 578.
— madreporica 571.
— Selago Hook. fil. 572*. 573.
Azotobacter 64.

Bacidia inundata Fr. 620.
Baeomyces roseus Pers. 516.
Bärenklau 297. 454. 506.
Bärentraube 99. 100. 101*. 150. **152—57.** 153*. 154*. 158. 160. 161.
Bärlapp 150.
Baldrian, niederliegender 524—25*.
Balsamum alpinum 103.
Barbula bicolor (Schimp.) Lindb. 567.
— icmadophila Schimp. 567.
— muralis 658.
Bartschia L. **465—68.** 603. 665.
— alpina L. **465—67.** 466*. 772.
Becherflechte 85*. 515.
Beifuß **607—09.**
Bellidiastrum 603.
— Michelii Cass. 143. 159. 219. **388.** 656.
Bellis 651. 654.
— perennis L. 388.
Berberis vulgaris L. 37.
Bergalpenglöckchen **483.**
Bergaugentrost **461.** 462*.
Bergbaldrian 525.
Bergdrahtschmiele 310*.
Bergföhre **74—91.** 75. 76*. 77*. 78*. 79*. 80*. 82*. 83*. 84*. 85*. 90*. 197. 687.
Berghahnenfuß **433—34.**
Berghauswurz 595. **597—98.**
Bergheide 142.
Bergkiefer = Bergföhre 78. 89*. 90.
Bergklee 297. 370.
Berglinse **372.**
Bergnelkenwurz **445.**
Bergpippau 316. **378—79.** 380*.
Bergsieversie **445.**
Bergsoldanelle 485*.
Bergspitzkiel 372.
Bergwegerich 488.
Berufskraut 387*.
alpines 388.
einblütiges 386*.
übersehenes 388 (= vernachlässigtes 386*).
vernachlässigtes 386*.
Besenheide 68. **145—52.** 175.
Besenried **312.**
Betula nana 757. 759.
— odorata 759.
— pubescens Ehrh. 85*. 247.
— verrucosa 85*.
Biatorella 565.
... Sporastatia 565.
— testudinea (Ach.) Mass. 565.
Bilsenkraut 633.
Binse 70. 268. 333. 665.
Birke 95. 116. 142. 147. 149. 177. 178.
Birkenerle 95.
Biscutella 665.
— laevigata L. 88. 141. 143. 159. 219. **478.** 514. 603. 667. 669. 683*. 716. 718. 735*.
Blacke 392.
Blasenfarn, zerbrechlicher 535.
Blaugras 88. 142. 143. **264—69.** 265*. 271. 303. 316. 317. 373. 374. 384. 392. 454. 456. 547.
Blindia acuta (Hudson.) Schimp. 566.
Blysmus compressus 333.
Bocksbart 297.
Borstgras 150. 151. 177. 255. **299—307.** 300*. 328. 369. 374. 385. 401. 436.
Botrychium lunaria (L.) Sw. 219. 481.
Brachypodium pinnatum (L.) Pal. 312. 520.
Brachypodium 478.
Brachythecium glaciale Bruch u. Schimper 517.
— plumosum Sw. 566. 620.
— rivulare Br. eur. 620.
Brandpilze 315*. 329. 330. 478.
Brasenia purpurea 761.
Braunklee 297. **370.**
Brennessel **508.**
Brillenschötchen 478.
Briza media L. 312.
Brombeere 281.
Brometum 478.
Bromus erectus 13.
— inermis 649.
Brunella grandiflora 761.
Bryopogon ochroleucum 135.
Bryum caespititium 658.
Buche 8. 9. 10. 116. 118. 141. 149. 177. 267. 303. 309. 320. 384. 385. 738. 765.
Buchs 99. 178.
Buckelkiefer 81.
Buellia leptoleptis Bagl. et Car. 560.
Bulbocodium vernum L. 490.
Bunthafer 249. 261*—64. 329.
Buntschwingel **284—87.** 285*. 286*. 288. 289. 316.
Bupleurum ranunculoides L. 297. 606*. **607.** 659.
— stellatum L. 286. **605—07.** 606*. 659.
Buxus sempervirens 761.

Calamagrostis Halleriana 150. 159.
— tenella (Schrad.) Link 159. **520.**
— varia (Schrad.) Host. 88. **520.**
Callianthemum C. A. Mey 434.
— coriandrifolium Rchb. **434.** 435*.
— Kernerianum Freyer **434.**
— rutaefolium Rchb. **434.**
Callitriche verna L. 616.
Calluna 666.
— Salisb. 100. 102. 142. 147. 149. 150. 152. 156. 159.
— vulgaris Salisb. 85*. 101*. **145—52.** 146*. 148*. 634. 636. 659. 759. 771.
† glabra Neilr. 147.
Callunetum 156. 262.
Caloplaca chalybaea (Duf.) Th. F. 565.
— elegans (Link) Th. Fr. 561. 565.
— miniata Schaer. 561.
— murorum 560.
† pulvinata (Mass.) A. Zahlbr.
... Gasparrinia 560. 561. 565.
... Pyrenodesmia 565.
Calyptospora Goeppertiana Kühn 170*.
Campanula 724. 752.
— Allioni Vill. **399.**
— alpina Jacq. 329. **399.**
— barbata 219. 286. **399.** 660. 667. 772.
— cenisia L. 523. 772.
— cochleariifolia Lam. 523.
— excisa Schleicher **523*—24.** 772.
— pulla 399.
— rhomboidalis L. 258. 297.
— rotundifolia L. 396. 398.
— Scheuchzeri Vill. 88. 160. 219. 221. 255. **396—98.** 397*. 523. 524. 669. 735.
— thyrsoidea L. 143. **398—99.** 632. 660. 666. 735—772.
f. putata 398.
— Zoisii Wulfen **399.**
Campanulaceen 665. 723.
Cardamine alpina L. **493.** 494. 499*. 500. 612. 667. 671. 772.
— amara 616.
— bellidifolia L. **500.**
— hirsuta 633.
— resedifolia 739.
Carduus 632.
— defloratus L. 88. 143. 603. 667.
† raethicus DC. 219.
— personata L. **505.**
Carex L. 324. 328. 331—39. 776.
— alpina Sw. **337.**
— ampullacea Good (= rostrata Stokes) 331. 338*.
— arenaria 181.
— atrata L. 219. 221. 255. 328. **330.**
† aterrima Hoppe 276. **330.** 342.
* nigra Bell. 159. 220. **231.** 495. 613.
— atrifusca Schkuhr. **337.**
Carex bicolor Bell. **335*—36.** 342. 520.
— brachystachys Schranck 603—04.
— brunnescens (Pers.) Pois. 337.
— canescens L. 333. 337.
— capillaris L. 159. 255. 268. 333. 334*. **335.** 343. 520.
f. minima Bull. 334*.
— curvula All. 13. 135. 226. 255. 261. 271. 284. 324. **325—30.** 326*. 328 330. 331. 369. 386. 473.
† longearistata Steig. 327*.
† Rodnensis Porcius 327*.
f. pygmaea Holler 327*.
— Davalliana Sm. 333. **337.** 342.
— dioeca L. 333. **337.**
— ericetorum 331.
† approximata (All.) Richt. **331.**
— ferruginea Scop. 159. 210. 219. 283. 292. 318*. **319—20.** 331. 473.
— fimbriata Schkuhr 604 (= hispidula Gaud.).
— firma Host. 13. 59. 128. 135. 159. 188. 191. 210. 220. 226. 268. 289. **320** bis **325.** 321*. 323*. 325. 328. 330. 331. 415. 455. 470. 473. 603.
— flava L. 342.
— foetida All. 337.
— frigida All. 337. 342. 503. 520.
† flavescens Christ 337.
— glauca Murray 337.
† claviformis Hoppe 337. 342.
— Goodènoughii Gay. 255. 268. **331** bis **333.** 332*. 337. 342. 347. 352. 470. 616.
— grypus 255. 333 (= stellulata var. grypos).
— hispidula Gaud. 604.
— humilis Leyss 88. 143. 244.
— incurva Lightf. **336*.** 342. 520. 674.
— lagopina Wahlb. **337.** 347. 494.
— lepidocarpa 333.
— leporina L. 331.
— limosa L. 337.
— magellanica Lam. 337.
— microglochim Wahlb. 328. **333*** bis **335.** 342. 503. 520.
† fuegina Kückenthal 335.
— mucronata All. 602*. **603.** 659.
— ornithopoda 159.
† elongata 221.
— ornithopodioides Hausmann 219. 221. **331.**
— ornithopus Willd. 331.
† alpina Kückenthal 331.
† elongata Leybold 495.
— panicea L. 333. **337—38.** 342.
— paniculata L. **337.**
— rostrata Stokes 333. **338*—39.** 342. 347. 616.

Carex rupestris Bell. 192. **520.** 521*. 659.
— sempervirens Vill. 13. 59. 142. 159. 184. 255. 262. 283. 284. 286. 292. 303. 306. 313*. 314*. **315*—19.** 331. 359. 384. 436. 473. 613. 660.
— stellulata Good. 337.
† grypos (Schkuhr) Koch **337.** 616.
— vaginata Tausch 337.
Carlina 666.
— acaulis L. 159. **392—93.**
† caulescens Lam. 392.
Caryophyllaceen 572. 752.
Catabrosa aquatica (L.) Pal. 312.
Catocarpus badioatrum (Flke.) Fr. 564.
— rivularis Fw. 620.
Cenangella Rhododendri 107*. 108.
Centaurea 632.
— alpestris Hegetschw. 394.
— montana L. 388.
— plumosa (Lam.) Kern 258. 394.
— rhapontica L. **506.** 660. 668. 739.
— scabiosa L. 88.
Cephalanthera pallens 735.
Cerastium L. **533—34.** 575. 657.
— alpinum L. 255. 517. **534.** 660. 665.
† lanatum 534. 612.
— arvense L. 534.
† strictum Haenke 534.
— Edmonstoni (Watson) Murb. u. Ostenfeld 534.
— filiforme Schleich. 533*. **534.** 612. 660.
— glutinosum 652.
— latifolium L. 219. 221. **533*—34.** 612. 660. 735.
— semidecandrum 652.
— trigynum Vill. 493. 494. 499*—**500.**
Ceratophyllum 614. 620.
Cerinthe alpina Kitaibel **508—09.** 641.
Cetraria islandica 135. 255. 303. **516.** 668.
— cucullata Bell. 135.
— ramulosa (Hook.) Müll. 516.
Chaerophyllum L. 448.
— hirsutum L. 506.
† Villarsii (Koch) Briq. 98. 258. 453. 506.
Chaetophora elegans 619.
— endiviaefolia 619.
— pisiformis 619.
Chamaeorchis alpina (L.) Rich. 342. **361** bis **362.** 667.
Chara aspera Willd. 617.
— contraria A. Braun 617.
— foetida A. Braun 617.
— strigosa A. Braun 617.
Characeen 617.
Chelidonium 654.
Chenopodiaceen 73. 574*. 665.
Chenopodium bonus Henricus L. 508.
Cherleria sedoïdes 135.
Chroococus minor 621.
— minutus (Kütz.) Näg. 621.
Chrysanthemum L. 375.
— alpinum 255. 328. 330. **388—92.** 389*. 493. 501. 517. 612. 644. 657. 667. 742.
— leucanthemum L. 390.
— vulgare 258. 297.
Chrysomyxa Rhododendri 106. 107*.
Chrysomonadinae 619. 621.
Cichorieen 375—81.
Cinclidotus 620.
Cintractia cariciis (Pers.) Magnus 315*. 329. 330*.
Cirsium acaule 394.
— heterophyllum All. 394.
— spinosissimum (L.) Scop. 159. 221 393*. **394.** 667. 668. 772.
Cistus salvifolius L. 144.
Cladonia alpestris (L.) Rabh. 515.
— amaurocrea Fl. 515.
— cervicornis 516.
— fimbriata L. 515.
— furcata Ach. 516.
— gracilis L. 515.
— pyxidata L. 515. 516.
— rangiferina L. 135. 255. 515. 668.
† sylvatica 516.
— stellata Schr. 516.
— uncialis (L.) 135.
Claviceps microcephala Tul. 266.
— purpurea Tul. 266.
Clematis alpina (L.) Miller 237 (= Atragene alpina).
Cobresia Pers. **339.**
— bipartita (Bell.) Della Torre 342. 346*. 347.
Cochlearia fenestrata 651.
— saxatilis Link **588—89.**
Coeloglossum viride (L.) Hartmann 219 286. 316. **367.**
Colchicum 144. 665.
— alpinum DC. 354. **357.**
— autumnale L. 258.
Comarum palustre 333.
Compositen 88. 159. 255. **374—94.** 505. 506. 547. 549. 571*. 572. 573. 665. 668. 724. 733.
Conjugaten 619.
Conostomum boreale Swartz 517.
Convallaria majalis L. 88.
Conyza 388.
Coralliorrhiza innata R. Br. 368.
Cornicularia aculeata Ach. 515.
Coronilla vaginalis Lam. 88.
Corydallis intermedia (L.) P.M.E. 490.
Corylus avellana L. 641.
Cotoneaster integerrima Medicus 246.
— tomentosa Lindley 247.

Cotula plumosa Hook. fil. 572*.
Crepis L. **377—79**. 688. 733.
— alpestris (Jacq.) Tausch 88. **379**. 380*.
— aurea (L.) Cass. 255. **377**. 378*. 724. 725.
— blattarioides (L.) Vill. 258. **379**. 506.
— conyzifolia (Gouan) Dalle Torre **377** bis **378**. 380*.
— Froelichiana DC. 316.
— glomerata Decaisne 572.
— Jacquini Tausch 219. 495.
— jubata Koch 269. **547—49***.
— montana (Jacq.) Tausch 316. **378** bis **379**. 380*.
— pygmaea L. **547**. 549*.
Crocus L. 51. 354. 355. 486*. 490. 665.
— vernus (L.) Wulf. 354. 356. **486** bis **488**. 635.
† albiflorus Kit. 487.
† neapolitanus Host 487.
Cruciferen 500. 665. 752.
Cryptogamen 85*. 455. 559. 620. 666.
Cryptomeria 457.
Curvuletum 255. 271. 317. 325. **328**. **329**. 330. 331. 348. 350. 389. 390. 401. 415. 469. 473. 474. 476. 489. 497. 540. 557. 558. 579.
— nivale 495.
Cynareen 392—94.
Cynosurus cristatus L. 258.
Cyperaceen 159. 249. 255. **314—47**. 458. 665. 674.
Cystopteris fragilis 535.
* regia Bernoulli 535.
† alpina Bernoulli 535.

Dachhauswurz 598.
Dactylis glomerata 312.
Danthonia decumbens 305.
Daphne L. 195*. 197. 665.
... Alpinae 195.
— alpina L. 195*.
— arbuscula Celak. 200.
— Blagayana Fryer 142. 195*.
— cneorum L. 195*. 196. **198**. 200.
... Collinae 195.
... Daphnantos 195*. 198.
— mezereum L. 37. 196*.
— petraea Leyb. 195*. **198**. 199*.
— striata Tratt. 59. 84. 88. 143. 159. **194—200**. 195*. 196*. 219. 244. 286. 662. 669. 692*. 693. 736.
Delphinium elatum 507.
Dermatocarpon Waltheri (Kmplhbr.) A. Zahlbr. 516.
Deschampsia caespitosa (L.) Pal. 307. **312**. 324. 342. 388. 454. 455. 493. 509. 616. 656.
Deschampsia flexuosa (L.) Trim. 150. 159. 303. **309**. 310*.
† montana Parl. 309. 310*.
Desmidiaceen 622. 624*.
Dianthus 688.
— atrorubens 296.
— glacialis Haenke 255. **480**.
— inodorus 296. **605** (= silvester Wulfen).
— neglectus 644.
Diatomeen 560. 563. 566. 622.
Dicranella squarrosa Schrad. 620.
† frigida 620.
Dicranodontium aristatum Schimp. 566.
Dicranoweisia crispula Hedw. 566.
Dicranum Starkei Web. u. Moor. 517.
— Blytti Schimp. 566.
Dimelaena oreina (Ach.) Krbr. 65.
Dinobryon 622.
— sertularia Ehrbg. 622.
Dionysia 475.
Dipsaceen **394—96**. 723.
Dissodon Froelichiamus (Hedwig) 517.
Distel 506.
maskierte 505.
stachlichste 393*.
Distichium capillaceum Sw. 566.
Doldengewächse 506. 605.
Doldenpflanzen **448—54**. 571. 607. 662.
Doronicum 667.
Draba 587*—88. 644. 660. 665.
— aizoïdes L. 219. 221. 431*. 495. **587—88**. 612. 635. 682*. 735.
f. affinis Koch 588.
f. alpina Koch 588.
f. Beckeri 588.
f. montana Koch 588.
... aïzopsis 588.
— carinthiaca Hoppe **588**. 612.
— dubia Sauter 587*. **588**. 612.
— frigida Sauter olim 587*.
— fladnizensis Wulfen 269.
— incana L. 735.
— Hoppeana Rchb. **588**. 612.
— Sauteri Hoppe 588.
— stellata Sauter 588.
— tomentosa Wahlenb. 587*. **588**. 612. 656.
— Wahlenbergii Hartm. 585. 612.
— Zahlbruckneri Sauter 588.
Drahtschmiele 276. 309. 310*.
Dreizahn 305.
Drüsengriffel 505.
alpiner 504*.
weißblättriger 505.
Dryas L. 192. 193. 194. 635. 674. 733.
— Drummondi 191.
— octopetala L. 59. 68. 88. 143. 159. **182—94**. 184*. 186*. 188. 190. 191.

219. 329. 545. 603. 635. 644. 654. 656. 660. 759. 772.
† chamaedrifolia Drude 190*. 191.
† integrifolia (Vahl) Drude 185. 190*. 191.
† vestita Beck. 187. 188*.
f. unguiculata And. u. Hess. 190*. 191*.

Ebenenwacholder 92.
Eberesche 159. 244.
Echium 724.
Edelraute, ährige 608.
echte **608.**
glänzende 608.
kaukasische **608.**
schwarze 609.
Edelweiß 8. 124. 256. 267. 309. 316. **382—85.** 383*. 386. 775. 776.
Ehrenpreis **468—69.**
blattloser 468. 469*.
gänseblümchenartiger 469.
Eiche 124. 177. 751. 765.
Eisenhut 63. 98. 506—07.
blauer **506—07.**
gelber 507.
Elyna Bellardii (All.) Koch 192. 219. 221. 255. 329*. **330.** 656.
— scirpina 143 (= Bellardii).
— spicata 842 (= Bellardii).
Empetrum L. 99. 100. 101. 128. 149. 180. 181. 185. 635. 666.
— nigrum L. 88. 99. 101*. 102. 135. 159. **178—82.** 179*. 635. 636. 659. 662.
† andinum DC. 182.
† rubrum Willd. DC. 182.
Encephalographa cerebrina (Ram.) Mass. 565.
Endococcus hygrophilus Arn. 620.
Endophyllum sempervivi Lev. 574.
Euglena 621.
— sanguinea 621.
Enzian 41. 102. 226. 330. **402—25.** 723.
achselblütiger 424.
ausdauernder 416*.
bayrischer **417—18.**
breitblättriger **413*—14.**
engröhrige kreisnarbige **414—19.**
Favrats 417*.
gelber 403—05.
gemeiner **413—15.**
getüpfelter 407.
hochstengelige-glockenblütige **405** bis **410.** 406*.
kälteliebender **410.**
kelchiger 422*. **423.**
keulenblütiger 406. 410.
knorpelblättriger 410.
kreisnarbiger 406.
kurzblättriger 330. **415—17.** 416*.
Enzian, Murbecks **421—23.** 422*.
niederliegender **410.**
purpurfarbener 407—08*.
rauher 422*. **423.**
roter 775.
schlauchiger **419.**
schlundfransiger 406.
schlundhaariger 406.
sternblütige 403—05. 406*.
Triester 417.
ungarischer **409.**
Wettsteins 422*. **423.**
zarter **424—25*.**
Enziangewächse **402—27.**
Ephebe lanata (L.) Wainio 565.
Epilobium 733.
— alsinifolium Vill. 503.
— anagallidifolium Lam. 503.
— angustifolium Lam. 679—80*. 682.
— nutans Schmidt 333. 503.
Epipactis rubiginosa (Crantz) Gaud. 88. 361.
Epipogon aphyllus Sw. 368.
Equisetum L. 268.
— variegatum All. 333. **521.**
— heleocharis Ehrh. 616.
Erdalgen **514—15.**
Erdflechten 514. **515—16.**
Erdmoose 514. **516—17.**
Eremurus 359.
Erica L. 41. 48. 102. 138. 140. 141. 143. 144. 145. 156. 478. 666.
— carnea L. 54. 59. 88. 100. 101*. 128. **136—146.** 137*. 138. 139*. 140. 143. 145. 152. 155. 205. 244. 269. 320. 605. 635. 659. 735. 752. 772.
— tetralix 100. 149.
Ericaceen **99—178.** 101*. 173*. 185. 197. 210. 219. 226. 228. 262. 303. 385. 392. 399. 635.
Ericetum 156. 255. 276. 278.
Ericoideen 152.
Erigeron L. 297. **386—88.** 387*. 733.
— alpinus L. 296. 386*. **388.** 735.
... Monocephalae 386.
... Makroglossae **388.**
— neglectus Kern. 386*. **388.**
— uniflorus L. 143. 219. 221. 255. **386*—88.** 612. 660. 669.
f. nana auct. 386*.
Erinus alpinus L. 772.
Eriophorum 339. 733.
— angustifolium 735*.
— latifolium Hoppe 333. **343*.**
— polystachyon L. 333. **343*.** 347. 616.
— Scheuchzeri Hoppe 331. 333. 344*. 345*. **346—47.** 616. 635. 735. 772.
— vaginatum L. 344*. **345*—46.**
Eritrichium 570.

Eritrichium nanum (Vill.) Schrader **580.** 612. 656. 660. 772.
† tergloviense DC. 580.
Erle 95. 98. 177. 765.
Eryngium 666.
— alpinum L. **506.** 772.
Erysimum L. 297.
— helveticum DC. 296.
Erythronium 355.
Esparsette 374.
Essigbaum 158.
Eurhynchium cirrosum (Schwägr.) 567.
Euphorbia cyparissias 88.
Euphrasia L. 297. **458—63.** 459*. 632. 634. 665. 669.
— alpina Lam. 296. **461—62.**
× alpina × minima 462.
× alpina × Salisburgensis 463.
... Angustifoliae 462—63.
— brevipila Burnat u. Gremli **461.**
— Christii Favrat **462.**
— cuspidata Host **463.**
— drosocalyx Freyn. **460.**
... Grandiflorae **461.**
— hirtella Jordan 460. **461.**
— latifolia Pursh 461.
— minima Jacq. 219. **459*—61.** 460*. 613. 632. 633.
† alba Favrat 460.
† bicolor Gremli 460.
† flava Gremli 460.
† pallida Gremli 460.
† purpurascens Wettst. 460.
— montana Jord. 333. 420. **461.** 462*.
— Portae Wettst. 463.
... Parviflorae **459.**
— picta Wim. **462.**
— Rostkoviana Hayne 420. 459*. **461.**
† minuta Beck 461.
— salisburgensis Funk. 462—63.
... Semicalcaratae **459.**
— stiriaca Wettst. 463.
× stricta × Rostkoviana 461.
— tartarica Fischer 461.
... Trifidae 459.
— versicolor Kerner 462.
Evernia vulpina 668.
Exobasidium Rhododendri Fuck. 107*. 108*. 109*.
— vaccinii Wor. 169. 175.

Faltenlilie 354. **356.**
Farne 665.
Farnkräuter 124. 160. 481. 509. **535.**
Federbuschflechte 515.
Feigenbaum 124.
Feldenzian 421.
Felsenaurikel **590—92.** 593.
Felsenedelraute 608—09.
Felsenjohannisbeere 246.
Felsenkernere 588—89*.
Felsenmispel 246—47.
Felsenprimeln 590—93.
Felsensegge 520. 521*.
Felsenwindhalm 254. **256—58.** 257*.
Felsrösel 195*. 198. 199*.
Fensteralge 622.
Ferkelkraut 316. 380*. 381.
Festuca **281—98.**
— alpina 192. 283. 290. 547. **601.** 659.
† intercedens Hackel 613.
— amethystina L. 317.
— breviaristata 773.
— Halleri All. 255. 282. 286. **289—92.** 290*. 303. 328. 547. 602. 657. 773.
† decipiens Clairv. 290.
† dura 292.
† flavescens Hack. 290.
† intermedia Steb. u. Schröter 292.
† levis 292.
† stenantha 292.
— ovina L. **294.** 296.
† duriuscula Koch. 294. 296.
†† genuina Godr. 294. 296*.
f. curvula 294.
†† gracilior Hack. 294.
† supina Schur. 294.
— pilosa Hall. fil. **278*—79** = Poa violacea Bell.
— pratensis Huds. **297—98.** 649.
† apennina Hack. 297.
† megalostachys Stebl. 298.
— pulchella Schrad. 283. **292—94.** 293*. 316.
† flavescens Stebl. u. Schröter 292. 320. 520.
— pumila Will. 88. 143. 219. 220. 221. 282. 286. 287. 288*. **289.** 292. 495. **547.** 583*. 612. 659.
† flavescens Gaud. 289.
† genuina 289.
† rigidior Mut. 289.
— rubra L. 282. **294.** 295. 303. 307. 649.
† fallax Thuill. 282. **294.** 295*. 303. 649.
† nigrescens Lam. 294.
— rupricaprina Hack. 88. 159. 283. **289—92.** 291*. 303. 547. 656.
† aurata Stebl. u. Schröt. 290.
† frigida 292.
† Miègevillei 292.
— Scheuchzeri 159 = pulchella Schrader.
— spadicea L. 287.
— vallesiaca Schleich 47. **296*—97.** 514.
* sulcata Hack. 297.
— varia Hänke 283. **284—87.** 285*. 286*. 294. 296. 316. 329. 604. 613. 659.
* alpestris Roemer u. Schulth. **287.** 665.

† acuminata Gaud. 284.
l. aurata Schröter 284.
† calva Hack. 287.
† cenisia 287.
† flavescens 287.
† pungens Kit. 287.
† scabriculmis 287.
Festuca violacea Gaud. 88. 143. 282*. **283—84**. 613.
† aurata Gaud. 283.
† genuina Hack. 219.
† nigricans Schleich. 282*. 283.
† norica Hack. **283**.
† picta Hack. **283**.
Fetthenne 594.
behaarte 503.
einjährige 539—40.
schwärzliche 539.
Feuerbohne 630.
Feuerlilie 354.
Ficaria vulgaris 653.
Fichte 1. 8. 9. 10. 20. 22. 23. 34. 82*. 85. 91. 94. 99. 100. 106. 107*. 131. 135. 149. 159. 171. 176. 177. 178. 235. 236. 239. 267. 303. 309. 538. 566. 650. 668. 765.
Fichtenpilz 107.
Fieberklee 616.
Fingerkraut 435—38.
Clusius' 599.
haariges 436.
schmalblättriges 599. 600*.
stengeliges 598—99*.
Fioringras **258**. 260*. 520.
Firmetum 328. 330.
Flechte 1. 135. 172. 181. 236. 255. 303. 392. 500. 513. 514. 515. 516. 517. 529. 560. 561. 565. 619. 620. 650. 654. 657. 662. 665.
Flechtenpilz 562. 563.
Flieder 194.
Flockenblume, fedrige 394.
Florpilz 9*.
Fontinalis 670.
Föhre 75. 87. 156. 303.
Fragilaria crotonensis Kitton 622.
Froschbiß 620.
Frühlingsanemone 431*. **489**.
Frühlingsenzian 406*. 415.
Frühlingslichtblume 490.
Frühlingsmiere 226.
Frühlingsprimel 470.
Frühlingssafran 354. **486—88**.
Futtergräser 297.

Gänsekresse 590*.
blaue 589—90.
maßliebchenblättrige 501—02.
niedrige 589.
Gagea Liottardi (Sternbg.) R. u. A. 354. 356. 431*. **490**. 635. 665.
— minima (L.) Schultes **490**. 635.
Galeopsis speciosa 739.
Galium 632.
— asperum Schreb. 221. 255. 480.
* anisophyllum (Vill.) Briq. 88. 143. 160. 221. 255. **480**. 669.
— cruciata L. 655.
— helveticum Weig. 534—35.
— mollugo L. 655.
— silvestre 59 (= asperum Schreb.).
Gasparrinia elegans 668.
Geiselalge 622.
Geißblatt 159. 236.
Geißleiter, große 453—54.
Gelbstern, kleinster 490.
— Liottards 354. **490**.
Gemeinsegge 333*. 352. 381.
Gemsenschwingel **289—92**. 291*.
Genista sibirica 650.
Gentiana L. **402—25**. 635. 667. 668. 772.
— acaulis L. **410—14**.
— aestivalis 419.
— algida Pall. 410.
— alpina Vill. **414**.
... Amarella 402.
— amarella L. 421. **424**.
— angustifolia fil. **414**.
— asclepiadea **410**.
— aspera Heg. **423***. 632.
† norica A. u. J. Kerner 423*.
† Sturmiana Kerner 423*.
... Asterias **403—05**. 406.
— autumnalis **420**.
— axillaris Schmidt 423*. **424**.
— bavarica L. 402 415. **417—18**. 501. 642. 644. 667. 724. 772.
f. elongata Steiger 417*.
f. imbricata Schleich. 417*. 612. 662.
f. typica 417*.
— brachyphylla Vill. 328. **415—17***. 501. **611**. 612.
— Burseri Lapeyrouse **407**.
— calycina Koch **423***. 632.
f. engadinensis Wettst. 423.
— campestris L. **421**. 423*. 424*. 632. 667. 683. 688. 691*. 693. 775.
† baltica 421.
... Chondrophyllae **410**.
... Coelanthe **405—10**. 406.
... Comastoma Wettst. 406. **424—25**.
— compacta Heget. 421.
— cruciata 687*.
... Cyclostigma 406. **414—19**. 416*.
× Doerfleri Ronn. 409.
... Endotricha 406. 419—24. 422*. 632.
... Eugentiana **403—19**.

Gentiana frigida Haenke 410.
... Frigidae 410.
— Froelichi Hlad. 410.
... Gentianella 419—25.
— germanica Willd. 421. 423. 634.
× Hegetschweileri Ronn. 409.
× Hervieri Ronn. **410.**
× hybrida Schleich. **409.**
× Laengstii **410.**
— latifolia Gren. et Go. 286. 338. 402. 412*. **413*—14.** 613. 644.
— lutea L. **403*—05.** 404*. 406*.
† symphyandra Murb. **405.**
× lutea × Burseri Planch. **410.**
× lutea × pannonica **410.**
× lutea × purpurea **409.**
× lutea × punctata **409.**
× lutea × Villarsii **410.**
× media Arvet-Touvet 410.
— Murbeckii Wettst. **421—23*.** 632.
— nana Wulf. **425*.** 632. 774.
— nivalis L. 415. **418—19.** 539. 632. 633. 735. 772. 775.
— obtusifolia Willd. 421. 422.
— pannonica Scop. 407. **409.** 733. 735*. 772.
— phyllocalyx 410.
... Pneumonanthe **410.**
— Pneumonanthe **410.**
— polymorpha Wettst. 421.
— prostrata Haenke **410.**
× pseudosymphyandra Ronn. **409.**
— pumila Jacq. **418.**
— punctata L. 328. **407.** 406*.
× purpurascens Griseb. 409.
— purpurea L. **407—08*.** 409. 687. 735. 775.
× purpurea × pannonica **410.**
× purpurea × punctata **410.**
— quadrifaria 402.
— rhaetica Kerner **423*.** 632.
— Romizeri Dörfl. 409.
— Rostani Reut. **418.**
× rubra Clairville **409.**
× spuria Lebert **410.**
— tenella Rottboell **424*—25.** 539. 632. 775.
— Tergestina Beck **417.**
— Terglouensis Hacq. 417*. **418.**
× Thomasii Gillabon **409.**
... Thylacites 406. **410—14.**
— utriculosa L. 415. 419.
— verna L. 406*. **415—17.** 501. 612. 635. 724. 775.
f. compacta Schroet. 415. 417*.
† aestiva Koch 417.
† Favrati Ritt. 417*.
† typica Grieseb. 417*.
— Villarsii 407. 409.
Gentiana vulgaris Neil. 402. **412*—13.** 644. 650. 662. 724. 735.
— Wettsteinii Murb. **423*.** 632.
Geographieflechte 564.
Geranium 632.
— pusillum 654.
— silvaticum L. **509.** 677. 680*. 682.
Germer 102. 354.
— weißer **357.** 358*.
Geruchgras **307—09.** 308*.
Getreide 11. 12.
Geum montanum L. (= Sieversia montana Spr.) 59. 159. **445.** 650. 669.
— urbanum 654.
Gewächse, simsenartige 347—54.
Gingko 748.
Gipskraut 88. **544—45.**
Gladiolus 354.
Glattweide 232—34.
Gletscheredelraute **608.**
Gletscherhahnenfuß 8. **549—52.** 550*. 733.
Gletscherkrebswurz **536.**
Gletschermannsschild **556.**
Gletschernelke **480.**
Gletscherranunkel 551. 552.
Gletscherweide **206—26.** 228.
Globularia L. 82*. 204. 206. 478. 605. 635.
— cordifolia L. 88. 141. 142. 143. **203.** 205*. 206*. 566. 603. 656.
f. bellidifolia Tenore 204.
— nudicaulis L. 197. 320. 656.
Glockenblume 735.
Allionische **399.**
ausgeschnittene **523—24.**
bärtige **399.**
löffelkrautartige 523.
vom Mont Cenis 523.
rautenblättrige 258.
rundblättrige 398.
Scheuchzers **396—98.** 397. 523.
straußige **398—99.**
Glockenblumenartige 396—402.
Gloeocapsa 559.
— opaca Naegeli 559.
Gnaphalieen L. **382—85.** 660. 666.
Gnaphalium carpathicum 143.
— Hoppeanum 495.
— norwegicum Gunner 385.
— supinum L. 225. 493. 494. **497—99*.** 613. 671. 772.
† pusillum Willd. 499*.
Goldaster 388.
Goldfingerkraut 303. 436. 437*.
Goldhaarmoose **496—97.** 517.
Goldhafer 297. **309—12.** 311*.
Goldmonaden 621.
Goldpippau 377. 378*.

Goldschleim **106**. 107*.
Goldschleimrostpilz 107*.
Goldschwingel 283.
Goodenovietum 331. 333. 350.
Gräser **249—312**. 347. 352. 455. 509. 546*. **601—04**. 659.
Gramineen 159. **249—312**. 458. 674.
Gregoria Vitaliana (L.) Hook. **474—75**.
Grimmia 566.
— anodon Schimp. 517.
— mollis Bruch u. Schimper 620. 517.
† aquatica 620.
Grünalge 619. 622.
Grünerle **95—99**. 177. 330.
Gyalecta foveolaris Ach. 516.
Gymnadenia albida (L.) Rich. 316. 361. 362*. 364*. **367**.
× Bornmuelleri Dalla Torre u. von Sarnthein 366.
— conopea (L.) R. Brown 316. 362*. 364*. **368**. 735.
— odoratissima (L.) Rich. 316. 362*. 364*. **367**.
× Wettsteiniana Abel 366.
Gypsophila repens L. 88. 192. **544—45**. 603. 667.
Gyrophora anthracina (Wulf.) Krbr. 560.
— cinerascens (Ach.) Arn. 565.
— cirrosa (Hoffm.) Wainio 665.
— cylindrica (L.) Ach. 565.
— flocculosa (Wulf.) Körb. 665.
— polyphylla (L.) Ach. 565.
— reticulata (Schaer.) Th. Fr. 561.
— vellerea Ach. 565.

Haarbinse 340.
borstenlose 340. **341***. 342.
horstbildende **340**. 341*.
Haargras, alpines **341*—42**.
perigonloses **342***.
Haarbirke 247.
Haastia pulvinaris Hook. 571*. 573.
Habichtskraut **379—81**.
behaartes **381**.
bläuliches **601**.
grasnelkenblättriges **530**.
haariges **296**.
hasenohrähnliches **601**.
Hoppesches 316. **380—81**.
niedriges **601**.
orangegelbes **316**.
orangerotes **381**.
stengelumfassendes **600**.
weißliches **381**.
zottiges **601**.
Haematomma venosum (L.) Mass. 564.
Hafer 236.
Hafergras, ähriges **545—47**. 546*.
buntes **261—64**.
Hafergras, silberweißes 519.
zweizeiliges 88. **518—19***.
Hahnenfuß, eisenhutblättriger **434**.
haarblättriger **618—19**.
pyrenäischer **434**.
scharfer 433.
Hahnenfußgewächse **428—34**.
Haide 88.
Hainrispengras **602—03**.
Hainsimse **352—54**.
ährige **353**.
braune **353**.
gelbe **353**.
sudetische **354**.
Haselnuß 765.
Hakenföhre 76. 81.
Hasenohr 297. 606*.
hahnenfußartiges **607**.
sternblütiges **605—07**.
Hasenpfotensegge **331**.
Hauswurz **594—98**.
spinnwebige **596—97***.
Heckenkirsche, blaue 240*—**41***.
schwarze **242**.
Hedera L. 144.
— helix 761.
Hedwigia albicans (Web.) Lindb. 566.
Hedysarum L. 369.
— obscurum L. 143. 256. **372—74***. 373*. 647. 733. 735*.
Heide 144.
Heidekraut 67. 68. 99. 101*. 141. **145** bis **152**. 146*. 148*. 302.
Heidekrautartige **99—178**.
Heidelbeere 68. 99. 102. 124. 141. 159. 163. 164. 166*. 167. 172. **176—78**. 665.
Heiderich 143.
Heidesegge 331.
Heimele 508.
Heleocharis pauciflora (Lighth.) Link 333. 342. 520.
— acicularis 617.
Helianthemum Mill. 297.
— alpestre (Jacq.) Dunal 59. 255. **534**. 603. 661. 662.
— chamaecistus Mill. **478—79**.
† grandiflorum (Scop.) Till. 219. 221. 296. **478**.
— oelandicum 143 (= alpestre).
— vulgare 88. 143 (= chamaecistus).
Heliosperma quadrifidum 733. 735.
Heracleum L. 448.
— sphondyllium L. 88. 258. 297. **454**. 506.
† stenophyllum (Gaud.) Brig. **454**.
* montanum (Schl.) Briq. 506.
Herbstzeitlose, alpine 40. 144. 354. **357**.
Herbstmilchkraut **377**.
Herpotrichia nigra 91*.

Herzblatthahnenfuß **549**.
Heterocladium heterophorum Bruch 566.
Heuchera sanguinea 650.
Hexenbesen 89. 306. 508.
Hieracium 375. **379—81**. 666. 668. 733.
— albidum Vill. **381**.
— alpinum L. 150. 255. 329. **380**. 613. 660.
— amplexicaule L. **600—01**.
— aurantiacum 316. **381**. 724.
— auricula Lam. 59. **381**.
— bupleuroïdes Gmel. **601**.
— excellens 379.
— glaciale Reyn. 380.
— glanduliferum Hoppe 219. 380.
— glaucum All. **601**.
— Hoppeanum Schult. 316. **380—81**. 660. 667.
— humile Jacq. **601**.
— incisum Hoppe 219.
* senile Kerner 219.
— murorum 88. 143 (= silvaticum (L.) Fr.)
— Peleterianum Mérat 381.
— piliferum 159. 666.
— pilósella L. 296.
† incanum DC. 296.
— staticifolium Vill. **530**.
— subincisum Arv. Touv. 219.
— villosum L. **381**. 601. 660.
Himbeere **247**.
Himmelsherold 580.
Hippocrepis comosa L. **374**. 514. 689. 691*.
Holosteum umbellatum L. 652.
Hollunder 236.
Homogyne 666.
— alpina (L.) Cass. 59. 135. 159. 219. 255. 328. 391*. **392**. 613. 641*.
— discolor (Jacq.) Cassini 135. 391*. **392**.
Hordeum distichum nutans Schübeler 648.
Hornblatt 614. 620.
Hornklette **513**.
Hornkraut **533*—34**.
breitblättriges 533*—**34**.
einblütiges 533*—**34**.
fadenförmiges 533*. **534**.
steifes **534**.
dreigriffliges 499*. **500**.
Horstsegge 142. 143. 184. 262. 277. 283. 286. 289. 292. 293. 303. 306. 313*. 314*. **315—19**. 330. 348. 373. 374. 382. 384. 391. 393. 415. 453. 473. 478.
Hohlzunge **367**.
Hufeisenklee **374**.
Hungerblume 587*. **588**.
Hungerblume, filzige 587*. **588**.
Hoppes **588**.
immergrüne **587—88**.
zweifelhafte 587*.
Hungergras 150. 382.
Hutchinsia alpina (L.) R. Br. 159. **552** bis **553**. 635.
† brevicaulis (Hoppe) Glaab. 219. 220. **553**. 612.
† intermedia Glaab. 553.
Hyazinthe 354.
Hydrocharis 620.
Hydrurus foetidus 619.
Hymenostylium curvirostre (Ehrh.) Lindb. 567.
Hyoscyamus niger 633.
Hypnen 517.
Hypnum arcticum Somf. 566.
— dilatatum Wils. 620.
— dolomiticum Milde 567.
— exannulatum Gümbel 616. 620.
† purpurascens 616. 620.
† Rotae 620.
— fluitans Dill. 620.
— molle Dicks. 566. 620.
— palustre L. 620.
— revolvens Sw. 620.
Hypochaeris helvetica 316 (= uniflora).
— uniflora Vill. 286. 380*. **381**.

Icmadophila ericetorum L. 516.
Igelkolben 614. **618**.
alpine **618***.
Ilex 765.
Imbricaria omphalodes caesia Nyl. 516.
Impatiens 685.
Inula 632.
Jochfaden 619.
festsitzender 619.
Iridaceen **354—61**. 667.
Iris 614.
Juncaceen 159. 255. 268. **347—54**. 635. 665.
Juncus L. 348—52. 349*. 351*. 659.
— alpinus Vill. 333. 342. 349*. **352**. 520. **659**.
— arcticus Willd. 333. **350**. 351*. **352**.
— castaneus Sm. 333. 351.* **352**.
— filiformis L. 333. 347. 349*. **352**. 494. 616. 659.
— Jacquini L. 333. 348. 349*. **350**. 613.
— trifidus L. 135. 255. 286. **348—50**. **613**. 659.
* foliosus Neilr. **348**.
* vaginatus Neilr. **348**. 349*.
— triglumis L. 333. 342. 347. 351*. **352**. 503. 520. 616.
Juniperetum 309.

Juniperus 665.
— communis L. 93*.
— montana Aiton 93*.
— nana Willd. 22. 59. 84. 88. **92—95.** 159. 197. 286. 612. 635. 636. 736.
l. gymnosperma Schröter 93*.
— sabina 514.
Iva **526—28.**

Kalkflechten 563—65. 620.
Kaltsegge 337.
Kälberkropf Villars **453.** 506.
Kammseslerie 271.
Kampferbaum 125. 751.
Kantia 496.
Kardengewächse 394—396.
Kartoffel 12. 98.
Kastanie 98. 116. 118. 149. 176. 303. 309. 359. 377. 738.
Katzenpfötchen 303. 392. 573.
karpathisches 385.
Kellerhals, gestreifter **194—200.**
Kerguelenkohl 572*.
Kernera alpina (Tausch) Prantl. 589.
— saxatilis (L.) Rchbch. 141. 159. 219. 514. **588—89*.**
Kiefer 74. 83. 89. 99. 141. 149. 157. 171. 182. 236. 244. 489. 765.
Kieselalgen 560. 622.
Kieselflechten 563. 565.
Klappertopf **463—65.** 464*.
kleinerer **465.**
lanzettblättriger **465.**
schmalblättriger **465.**
subalpiner **465.**
Klee **369—70.**
Thals **369—70.**
Kletterpalme 751.
Knabenkraut **361—68.**
Knaulgras 297. **312.** 630.
Knautia longifolia 316.
Knoblauchskraut — Drüsengriffel **505.**
Knöterich 167. 226.
amphibischer 616.
knöllchentragender 476*.
lebendiggebärender 475—76.
Knotenfuß 354. **508.**
Kobresie 346*. **347.**
Koeleria 298—99. 632.
— asiatica 299.
— brevifolia Reuter 299.
— eriostachya Pançiç 299.
— gracilis Persoon 296. 299.
— hirsuta Gaudin 298—99.
l. pallida Kneuck. 299.
— valesiana Asch. u. G. 299.
Königsblume 142. 195*.
Koniferen **74—95.** 97. 116. 171. 234. 235. 241. 245. 247. 258. 359. 361. 364. 367. 402. 453. 467. 648.
Korallenmoos 515.
Korbblütler 297. **374—94.** 505. 506. 548*. 607. 651. 733.
Krähenbeere 99. **178.**
Kratzdistel 394.
stachlige 393*.
Kraushaaralge 619.
Krebswurz **536.**
gemswurzähnliche **536.**
Kreuzblume 205. 243*. **244.**
buchsblättriges **142.**
Kreuzkraut 197. 329. **390—92.**
einköpfiges **391.**
gemswurzähnliches **391.**
graues **391.**
Kärntner **390—91.**
Kronenlattich 333. **381.**
Krummsegge 255. 262. **325—30.** 336*. 348. 353. 377. 385. 399. 401.
Krustenflechten 515. 516. 560. 561. 562.
Kryptogamen 85*. 455. 599. 620. 666.
Kümmel **453—54.**
Kugelblume 142. 197. **203.** 205*. 206*.
Kugelmoos 574.
Kugelrapunzel **401—02.**

Labiaten 661. 665. 667.
Labkraut, schweizerisches **534—35.**
Lärche 1. 19. 22. 23. 32. 34. 82*. 87. 91. 94. 116. 135. 149. 156. 171. 176. 210. 218. 236. 303. 309. 401. 645. 650. 668.
Läusekraut **454—58.**
fleischrotes **457.**
geschnäbeltes **457.**
knolliges **457.**
schopfiges **457.**
wirtelblättriges **456*—57.**
zahnloses **457—58.**
zweizähniges **457.**
Laichkräuter 70. 614. **617—18.**
Lamium 658.
— amplexicaule L. 685*.
— purpureum 652.
Landkartenflechte 562. **563*—64.**
Laserkraut 316.
breitblättriges **453.**
rauhhaariges **453.**
Laserpitium Gaudini 88.
— Halleri 429.
— latifolium L. 316. **453.** 735.
— panax Gouan 286. 316. **453.** 733.
Lathraea L. 468.
Lauch 354. 359.
Lebermoos 85*. 496. 517. 667.
Lecanora adunans Nyl. 565.
— alphoplaca (Wahlbg.) Ach. 565.

Lecanora alpina Somrft. 565.
... Aspicilia 565.
— atra (Huds.) Ach. 565.
— atriseda (Fr.) Nyl. 564.
— atrynea (Ach.) Nyl. 565.
— badia (Pers.) Ach. 565.
— Bockii (Fr.) Fries 620.
— calcarea L. Somrft. 565.
— chrysoleuca (Sm.) Ach. 565.
— cinera (L.) Nyl. 565.
— cinereorufescens (Ach.) Nyl. 565.
— coerulea (DC.) Somrft. 565.
f. Cantiana (Gaz.) Nyl. 565.
— concolor Ram. 560. 565.
† angusta Arn. (Nyl.) 560.
... Eulecanora 565.
— glacialis (Arn.) Zahlbr. 565.
— gypsacea (Sm.) Hepp. 516.
— intricata (Schrad.) Ach. 565.
— Lamarckii (DC.) Schaer. 565.
... Placodium 560. 565.
— polytropa (Ehrh.) Schaer. 561. 565.
† alpigena Schaer. 561.
— Reuteri Schaer. 565.
— sulphurea 565.
Lecidea albocoerulescens (Wulf.) Schaer. 565.
— aglaea Somrft. 565.
— armeniaca (DC.) E. Fr. 565.
... Biatora 565.
— coerulea Krph. 565.
— confluens (Web.) Körb. 560. 565.
— contigua Fr. 565.
— decipiens Ach. 516.
— declinans Nyl. 665.
— emergens Fw. 565.
— enteroleuca Ach. 561.
... Eulecidea 565.
— geographica Schaer. 121.
— immersa (Web.) Ach. 565.
— jurana Schaer. 565.
— lactea Flk. 565.
— lapicida Ach. 565.
— lithophila (Ach.) Nyl. 565.
— lucida Ach. 565.
— petrosa Arn. 565.
— platycarpa 560.
f. steriza Ach. 560. 561.
— polycarpa 560. 565.
— promiscens Nyl. 565.
— rhaetica Hepp. 565.
— rupestris (Scop.) Ach. 565.
† calva (Dicks) Th. Fr. 565.
† incrustans (DC.) Th. Fr. 565.
— silicea Ach. 565.
— speirea Ach. 565.
— tenebrosa Fw. 565.
— tephrodes Müll. 560.
Ledum palustre L. 107. 149.
Legföhre 21. 68. 79. 80. 82*. 83. 84. 85. 86. 87*. 88*. 91. 98. 100. 121. 142. 143. 149. 170. 171. 177. 181. 183. 187. 193. 197. 239. 241. 243. 244. 245. 303. 309. 320. 385. 399. 453. 485. 504. 505. 520. 525.
Leguminosen 267. 316.
Leimkraut gemeines **532**.
schaftloses **583*—84.**
stengelloses **582—83.**
Lein 630.
Lemna 620.
Leontodon L. **375—77**. 667. 668. 733. 735*.
— autumnalis L. **377**.
— hispidus L. 88. 221. **375—77**.
† hastilis 88.
† hyoseridifolius 297.
† pseudocrispus Schultz. 88. 221.
— pyrenaicus Gouan 82*. 150. 225. 255. 303. 309. 329. 376*. **377**. 501. 613. 735*.
— taraxaci (All.) Lois. **547**. 549*.
Leontopodium 603. 650.
— alpinum Cass. 88. **382—85**. 383*. 612. 660. 772. 775.
Leskea catenulata (Brid.) Mitten. 567.
Leucanthemum alpinum 135. 226 (= Chrysanthemum a.).
— vulgare 88. 143.
Leucojum 490.
Levkoje 634. 649.
Liane 237.
Liebstock einstengliger **452**.
Lieschgras **250—53**.
Boehmers 296.
Michelis **252—53***.
mittleres **252**.
verändertes 252*.
Ligusticum athamanticum 451.
— mutellina (L.) Crantz 98. 219. 225. 277. 304. 317. **449—52**. 450*. 493. 494. 495. 501. 647. 667. 723.
† adonidifolium Gay. 449.
† elatius Rouy et Camus 449.
† genuinum Rouy et Camus 449.
†† pachypleurifolium Beauverd. 449.
— simplex (L.) All. 226. 255. **452**. 501. 612.
Liliaceen **354—61**. 508. 667.
Lilie 347.
Liliengewächse **354—61**.
Liliensimse, kelchige **357**.
Liliifloren 355. 361.
Lilium L. 355.
— bulbiferum L. 354.
† croceum Chaix 354.
— martagon L. 98. 354. **508**.
Limoniastrum (Fée) Batt. 573*.

Linaria 544. 632.
— alpina L. 518. **531—32.** 612. 632.
† flava Gremli 532.
† petraea Jord. 532.
† unicolor Gremli 532.
— vulgaris 653.
Linde 765.
Linnaea borealis Gronov. 235*. **236** bis **237***.
Linnaee, nordische 235*.
Linum 684.
— alpinum Jacq. **479.**
Liriodendron 751.
Listera cordata (L.) R. Br. 368.
Lithoicea chlorotica 560.
— elaeomelaena Mass. 620.
Littorella 620.
Lloydia Salisb. 355. 656.
— serotina Rchb. 354. **356.**
Löwenzahn 271. 297. 309. 707. 733.
gemeiner 501.
Löwenzahn-Milchkraut 547. 549*.
Loiseleuria Desv. 128. 135. 156. 159. 219. 654. 666. 674.
— procumbens (L.) Desv. 68. **129—36.** 132*. 133*. 286. 328. 635. 636. 659. 662. 757. 759.
Lolium perenne 631.
Lonicera 659.
— alpigena L. 37. **241—42.** 687*. 691. 693.
— coerulea L. 37. 159. 214. 240*. **241***. 662. 669.
Lorbeer 116. 751.
Lorbeerweide 234.
Lotus corniculatus L. 143. 219. 221. 286. **374.** 641*.
† villosus 296.
Lungenkraut 684.
Lupinaster 369.
Luzula DC. 352—54.
— abyssinica Parl. 354.
— campestris (L.) DC. 352. 354.
* sudetica(Willd.)Celak. 255. 286. **354.**
† alpina A. u. G. 354.
— lutea Lam. 316. 328. 347. 352. **353.** 354. 613.
— maxima 159 (= silvatica).
— nivea Lam. 354.
— racemosa Desv. 354.
— silvatica Gaud. **354.**
— spadicea Lam. 255. 328. 352. **353.** 493. 494. 501. 613.
† Wahlenbergi Buch. 353.
— spicata Lam. 255. 352. **353.**
Lychnis alpina 650. 735.
Lycopodium 572.
— clavatum L. 150.
Lyngbya vulgaris 515.
Lysimachia nummularia 653.
Lythrum salicaria L. 684.

Männertreu 362. 363*.
Heuflers 362*.
kleinblütige 362*.
rosenrote 362*.
rote 362*.
wohlriechende 362*.
Märzglöckchen 354. 355. 490.
Maiblume 354.
Maiglöckchen 88. 354.
Mannaesche 142.
Mannsschild **473—75.**
behaarter **556**
fleischroter **474.**
geschindelter **577.**
niedriger **474.**
schweizerischer **576***.
stumpfblättriger **474.**
Marchantia 496.
Mehlprimel **470—72.** 471*.
Meisterwurz **506.**
Melampsora 211. 218.
— alpina Gmel. 225.
— Caryophyllacearum (DC.) Schrt. 508.
— Larici-epitea Klebahn 218. 225.
f. Larici-retusae Fischer 225.
Melandrium diurnum 258.
Melanthoideen 357.
Meldengewächse 574.
Mentha silvestris L. **508.**
Menyanthes trifoliata L. 616.
Meum Jacq. 98. 219. 225.
Mikrobe 368.
Milchkraut 210. 252. 262. 275. 289. 297. 330. 331. 369. 374. 386. 389. 390. 392. 470. 473.
rauhes **375—77.**
Milchlattich **505.**
Plumiers **505.**
Mohn, orangegelber **554.** 555.
weißblühender **554.**
Molina coerulea L. 85*. 305. **312.** 342.
Mollisia Jungermanniae 496.
Mondraute **481.**
Montia rivularis Gmelin **503.**
Moorbeere 68. 99. 101*. 102. 159. 163. 164. 166*. 167. 169. **172—76.** 174*. 178. 665.
Moorbirke 85*. 247*.
Moorkiefer 80.
Moos 1. 418. 497. 513. 514. 516. 517. 561. 567. 584. 619. 650. 654. 658. 662. 665.
Isländisch 135. **516.**
Moosbeere 172.
Mucor mucedo 650.
Mückennacktdrüse 362.

Müllerblümchen 388.
Mugokiefer 77. 79. 80. 81.
Mulgedium alpinum (L.) Less. 98. **505**.
— Plumieri (L.) DC. 505.
Mutterkorn 266.
Muttern 98. 304. **449—52**. 450*.
Mykorrhiza 89*. 99. 102. 173*. **185**. 186*. 207. 267. 268. 305. 402. 412. 428. 447. 475. 491.
Myosotis 632. 724.
— alpestris Schmidt 94. 219. 221. 255. **481**. 495. 580. 632. 660. 667.
— Hookeri Clarke 573.
— palustris 617.
† caespitia 617.
— silvatica (Ehrh.) Lehm. 481.
— uniflora Hook. fil. 563.
Myrica gala 149.
Myriophyllum **619**.
Myriophyllum spec. 757.

Nacktdrüse, weißliche 362*.
wohlriechende 362*.
Nachtdrüsenständel, weißer **367**.
Nacktried **329*—30**.
Narcissus radiiflorus Salisb. 354.
Nardetum 330. 474. 489.
Nardus L. 135. 150. 159. 171. 262. 330. 353. 377. 380. 389. 392. 469. 665.
— stricta L. 135. 150. 159. 177. 255. 268. 284. **299—307**. 300*. 302*. 312. 369. 386. 436. 771.
Narzisse 354. 355. 490.
Nelke 296.
duftlose 605.
Nelkwurz, kriechende **530—31**.
Nereiden 619.
Nigritella Rich. 364.
— angustifolia Rich. 725 (= nigra).
× brachystachya Kerner 367.
× Heufleri Kerner 362*. 364*. 367.
× Heufleri × Gymnadenia odoratissima 367.
× megastachya Kerner 367.
— micrantha Kerner 362*. 364*. 366.
— nigra (L.) Rchb. 316. 361. **362—67**. 363*. 365*. 772.
† flava Jaccard 362.
† pallida R. Keller 362.
† rosea Goir. 362. 364*. 366.
× nigra × Gymnadenia albida 362. 366.
× nigra × Gymnad. conopea 362. 367.
× nigra × Gymnad. odoratissima 362*. 367.
× suaveolens Kerner 362*. 364*. 367.
× suaveolens × nigra 367.
Nitella flexilis (L.) Ag. 617.
— gracilis (Sm.) A. Braun 617.
— opaca Aghard 617.
Nostoc sphaericum Vaucher 621.
Nuphar 614.
Nußbaum 8.
Nymphaea 614.

Ölbaum 590.
Öhrchenhabichtskraut **381**.
Oenothera Lamarckiana 644.
— nanella 644.
Oleander 122.
Onobrychis montana DC. 374.
— sativa 724 (= viciaefolia Scop.).
Orchideen 267. 316. **361—68**. 665. 667. 735.
Orchis L. 367.
— globosus L. 316. 361. **367**.
— latifolius L. 342. 368. 723.
— maculatus L. 368.
— masculus L. 368.
— morio 739.
— ustulatus L. 368.
Oreochloa disticha Link 270*. **271**.
Ornithogalum 354.
Orthotrichum Killiasii C. Müller 566.
Oscillatoria tenerrima 514.
— tenuis Ag. 621.
† natans Kütz 64.
Osyris alba 590.
Oxalidaceen 572.
Oxalis 685.
Oxycoccus Pers. 172.
— palustris Pers. 85*.
Oxyria 517. 667.
— digyna (L.) Hiller **536—38***. 612. 772.
Oxytropis DC. 371. 668.
— campestris (L.) DC. 221. **371***. 613. 668.
† macrantha 371*.
— foetida (Vill.) DC. 372.
— Halleri Bunge 372. 661.
— lapponica (Wahlb.) Gay 372.
— montana (L.) DC. 256. 369. 371. **372**. 665.
— neglecta Gay 657.
— pilosa (L.) DC. 371.

Palme 125.
Palmellacee 562.
Palmogloea macrococca 514.
Papaver 665.
— alpinum L. **554**. 555*. 686.
— alpinum Gaud-Sendtneri Kern. **554**.
† flaviflorum 555.
— aurantiacum Lois. 518. **554**. 555*. 772.
— Kerneri Hayek M. 555*.
— nudicaule L. 555.
— rhaeticum Seringe 554 = aurantiacum Lois.

Papaver Sendtneri Kern. **554**. 555.
† intermedium Schinz 555*.
Papilionaceen 88. **368—74**. 667. 723.
Pappel 751.
Paradisia 665.
— liliastrum L. Beck **358—59**.
Parmelia alpicola Th. Fr. 565.
— encausta (Sm.) Ach. 565.
— lanata (L.) Nyl. 561.
— minuscula Nyl. 560.
— polytropa (Ehrh.) Schaer. 560.
— pubescens (L.) Wainio 565.
— sorediata (Ach.) Th. Fr. 565.
— stygia (L.) Ach. 565.
Parnassia palustris L. 219. 342. 634. 656. 735.
Pediastrum 622.
Pedicularis L. **454—58**. 665. 668. 752.
— acaulis Wulfen. 457.
— Allioni Rchb. 458.
... Anodontae 457—58.
— asplenifolia Floerke 269. **457**.
— Barrelieri Rchb. 316. **457**.
... Bidentatae 457.
— caespitosa Sieb. 457.
— cenisia Gaud. 457.
— comosa L. 457.
... Comosae 457.
— elongata Kerner 457.
— foliosa L. 455. **457**.
— geminata Pers. 457.
— gryoflexa Vill. 455. **457**.
— incarnata Jacq. 219. **457**.
— Jacquini Koch 316.
† genuina Steininger 457.
† helvetica Steining. 457.
— lanata 456.
— Oederi Vill. 255. 269. 454. 455. **458**.
— palustris L. 333. 342.
— recutita L. 342. 454. 455. **458**.
— rhaetica Kerner 457.
— rosea Wulf 458.
— rostrata L. 457.
... Rostratae 457.
— rostrato-capitata Crantz 457.
— sumana Spr. 457.
— tuberosa L. 286. 455. **457**.
— verticillata L. 143. 454. 455. **456*** bis **457**. 603. 688.
... Verticillatae 457.
Peltigera rufescens Hoffm. 516.
Peridinium cinctum Ehrh. 622.
— tabulatum Ehrbg. 622.
Peristylus 364.
Pestilenzwurz, schneeweiße **505**.
Petasites niveus (Vill.) Baumg. **505**. 660. 666.
— officinalis 666.
Peucedanum austriacum (Jacq.) Koch 316.
— ostruthium (L.) Koch 258.
Petrocallis 570.
— pyrenaica (L.) Br. **580—81**. 612. 661.
Pfaffenkäppchen 178. 200.
Pfefferstrauch 124.
Pfeifengras 305.
Phaca L. 369. 372. 668.
— alpina Wulf **372**.
— australis 256.
— frigida L. 143. 320. **372**. 668.
Phaseolus multiflorus 630.
Phleum L. **250—53**.
— alpinum L. **250—52**. 251*. 255. 276. 297. 304. 317. 342. 509.
† commutatum Gaud. 250. 252*. 255. 342.
— Boehmeri Wibel 296.
... Chilochloa 252. 253.
— Michelii All. 143. **252—53***. 256. 293. 316. 649.
— pratense L. 250. 252.
† medium Brügger 252.
Phragmites 614.
— communis Trinius 616. 757.
Phyllodoceen 125.
Physcia elegans L. 516.
Phyteuma betonicifolium Vill. 286.
— Charmelii Vill. 604—05.
— confusum Kerner 330. 401.
— corniculatum Gaud. **604—05**. 612. 735.
† Charmelioïdes (Biroli) J. R. Schulz 604.
† Scheuchzeri (All.) Gaud. 604.
— globulariaefolium Gaud. 54 (= pedemontanum).
— Halleri All. 258. **402**.
— hedraianthifolium R. Schulz 286. 604. 613.
— hemisphaericum L. 135. 221. 255. 328. 330. **399—401**. 400*. 604. 612.
— humile auct **604**. 612.
— Michelii 735.
— orbiculare L. 286. 297. **401—02**. 605.
— pauciflorum Sternb. u. Hoppe 401.
— pedemontum R. Schulz 401. 612.
— Sieberi Sprengel 605.
Picea excelsa 59. 159. 645.
Piloselloiden 379. 381.
Pilze 64. 70. 89. 90. 91. 102. 106. **107***. 108. 109*. 169. 172. 173*. 174. 176. 185. 186*. 207. 224. 266. 306. 327. 329. 361. 368. 392. 402. 476*. 496. 508. 561. 563. 564. 623. 666. 669.
Pimpinella magna L. 453—54. 655. 723.
— rubra Hoppe 258. 453.

Pinguicula alpina L. 342. **593—94.** 595*. 665.
Pinus montana Mill. **74—91.** 635.
† equisetiformis Beissn. 76.
† mughus Scop. **77—81.** 78*. 79*.
† pumilio Haenke **77—81.** 78*. 79*.
†† Gibba. Willk. 81.
†† applanata Willk. 81.
†† echinata Willk. 81.
† uncinata Ram. 76—85*. 78*. 79. 80*. 82*.
†† aeque-rostrata Müller 80.
†† pseudopumilio Willk. 81.
†† rostrata Ant. 77—78*. 79*. 80*.
f. pendula Willk. 81.
f. versicolor Willk. 81.
†† rotundata Ant. 77—81. 78*. 79*. 80. 82*.
f. gibba Willk. 81.
f. mughoides Willk. 80. 81.
— nigra 142.
— obliqua Saut 83.
— uliginosa Neumann 83.
Pippau 377—79.
dürrwurzelblättriger 380*.
großköpfiger **377—78.**
mähnentragender **547—49.**
schabenkrautblättriger **379. 506,**
des Terglou **547.**
Pirola uniflora 735.
Plankton 621.
Planktonalgen 621.
Plantago L. **445—48.** 635. 665.
— alpina L. 225. 277. **445—48.** 446*. 451. 494. 501. 649.
† capitellata DC. 447.
— fucescens Jord. **448.**
— maritima L. **448.**
— media L. 297.
— montana Lam. 445. **448.** 501.
— serpentina Vill. 296. **448.**
Platysma cucullatum Hoffm. 515.
— fahlunense L. **515**—16.
— nivale Nyl. **515**—16.
Pleospora Elynae (Rabh.) Cesati et de Notaris 327.
Pleurococus vulgaris 515.
Pleurogyne Eschsch. 424*.**425—27.**539.
— carinthiaca (Wulf.) f. Don. **426*** bis **427.** 632.
— rotata 427.
Plumbaginaceen 475—573.
Poa L. **272—81.** 292. 293.
— alpina L. 13. 159. 219. 221. 255. **272*—78.** 274*. 280. 297. 304. 307. 317. 328. 493. 495. 509. **547.** 612. 631.
† badensis 275.
† fructifera 272*. 274*.
† vivipara L. 271*. 273. 274*.
Poa annua L. 71. 276. **279—80.** 633. 651. 771.
† supina (Schrad.) Rchb. 279*—80. 509.
— bulbosa L. 47. 296.
— cenisia Allioni 520.
— Chaixi Vill. 278.
— concinna Gaudin 514.
— laxa Haenke **545.** 546*. 612.
— minor. Gaud. 220. 501. **545.** 546*.
— nemoralis L. **602—03.**
† firmula Gaud. 603.
† glauca Gaud. 603.
† montana Gaud. 603.
— pratensis L. **280*—81.** 296.
† angustifolia L. Sm. 281. 296.
— violacea Bell. **278*—79.**281. 316. 649.
† flavescens Ach. u. Gr. 278.
Polarweide 193.
Polemonium coeruleum L. 94.
Polstersegge 128. 191. 210. 289. **320** bis **325.** 321*. 323*. 328.
Polyblastia robusta Arnold 620.
Polygala L. 41. 244. 665. 667. 724.
— alpestre Rchb. 88. 142. 480. 669.
— alpinum Perr. u. Song. 480.
— Balansae Cosson 244.
— chamaebuxus L. 59. 142. 143. 197. 205. 243*. **244.** 635. 752. 761.
† rhodoptera Bennet 244.
— Munbyana Boiss u. Reut. 244.
— Vayredae 244.
— Webbiana Cosson 244.
Polygonatum officinale All. 354.
— verticillatum (L.) All. 508.
Polygonum alpinum All. 478.
— amphibium L. 616.
— bistorta L. 258. 276. **477*—78.**
— viviparum 143—59. 167. 219. 221. 226. 255. 328. **475—76*.** 495. 613. 662. 674. 736. 757. 772.
Polytrichum 492. 493. 494. 497. 500.
— juniperinum 493.
† alpinum 493. 496. 517.
† nivale 517.
— piliferum 517.
— septentrionale **491—96.** 517.
— sexangulare 493. 496. 499*. 517.
Populus tremula L. 247*.
Potamogeton 617—18.
— alpinus Balb. 617. 618.
— densus L. 614
— filiformis Persoon 617. 757.
— fluitans Roth. 617
— gramineus L. 614.
— lucens L. 614. 617.
— natans L. 614. 752.
— pectinatus L. 618.
— perfoliatus L. 614. 617.
— praelongus Wulfen 618.

Potamogeton pusillus L. 617.
— Zizii M. u. K. 614.
Potentilla L. 435—38. 445. 500. 666.
... Alpinae 599.
— aurea L. 59. 159. 221. 303. 328. **436.** 437*. 613. 724.
— caulescens L. 568. 591. **598—99.**
— Clusiana Jacq. 599.
— Delphinensis Gren. u. Good 437.
— dubia (Crantz.) Zimmeter 437.
— frigida Vill. 54. 255. 269. **437.** 612.
— grammopetala Moretti 599—600.
— grandiflora L. 286. **436—37.** 724. 735.
— Libanotica Boiss 599.
— micrantha Ramond 761.
— minima Hall. fil. 255. 437 (= dubia).
— multifida L. **437—38.** 657. 735.
— nitida L. **599.** 600*. 644.
— nivalis Lap. 599.
— nivea L. 269. **436.** 660.
— recta L. 303.
— silvestris Necker 436.
— tormentilla 159 (= silvestris).
— Valderia L. 599.
— villosa Crantz Zimmeter 255. **436.** 613.
Preiselbeere 68. 85*. 99. 100. 101.* 141. 152. **163—72.** 164*. 165*. 166*. 167. 168*. 170*. 175. 176. 178.
Primel 40. 469—75.
behaarte 473.
breitblättrige **592.**
Clusius' **473.**
ganzblättrige **488***.
klebrige **592—93.**
kleinste 472. **473.**
langröhrige **472.**
piemonteser 593.
tiroler **473.**
Wulfens **473.**
Primula L. **469—73.** 590—93. 635. 656. 665. 667. 674. 735. 752. 775.
... Aleuritia 470.
— auricula L. 59. 324. 470. **590—92.** 635. 662. 735. 772.
† ciliata Moretti 592.
† monacensis Widm. 590.
† serratifolia Rochel 592.
† Widmerae Pax. 590.
× auricula × viscosa 593.
... Auriculastrum 470.
— Clusiana 470. **473.** 489. 662.
— cottia Widmer 593.
— elatior (L.) Jacq. 470.
† intricata Gren. u. Godron 489.
— farinosa L. 143. 469. **470—72.** 603. 642. 660. 662. 666. 724. 735. 775. 776.
× Floerkeana Schrad. 473.
Primula glutinosa Wulf. 255. 269. 470. 472*. **473.** 662.
— hirsuta All. = viscosa Vill.
— integrifolia L. 472. 473. 488*. 492. 592. 635. 666.
× latifolia × integrifolia **488.** 592.
— latifolia Lapeyr. **592.** 593. 613.
— longiflora All. 469. 470. **472.**
— minima L. 135. 255. 269. 470. 471*. 472*. **473.** 489. 592. 662.
× Muretiana Moritzi 592.
— önensis Thom. 473. 593.
— officinalis (L.) Jacq. 470.
— pedemontana Thomas 593.
× pubescens Jacquin 470. 662.
— rhaetica 470. 662.
... Rufiglandulae 593.
— tyrolensis Wolf. **473.**
— villosa Jaq. **473.** 493.
— viscosa All. 683. 684*. 692*. 693 (= latifolia Lap.).
— viscosa Vill. 470. **592—93.**
f. excapa Heget. 592. 662.
— Wulfeniana Schott. 470. 473.
Primulaceen 255. **469—75.** 684.
Pringlea antiscorbutica Rob. Br. 572*.
Prunus padus L. 247.
Pterygium subradiatum Ngl. 565.
Puccinia Dubyi (Müll.) Arg. 669.
Pulmonaria angustifolia 653.
Pyrenäenhahnenfuß 533*. 490.
Pyrenäenmilchkraut 329. 376. **377.**
Pyrenäensteinschmückel 580—81.

Quellgras 312.
Quellried 333.

Ranunculus 723. 752.
— aconitifolius L. 435.
— alpestris L. 159. **489—90.** 501. 635.
— glacialis L. 8. 269. 417. **549—52.** 550*. 611. 612. 631. 651. 667. 735*. 742.
× aconitoides DC. 551* (× glacialis × aconitifolius).
† crithmifolius Rchb. 551*.
† gelidus Hoffm. 549. 551*.
† genuinus 551*.
l. hepaticilobus Chenev. 551*.
† holosericeus Gaud. 549. 551*.
† laciniatus Rikli 551*.
— montanus Willd. 143. 219. 255. **433—34.**
... Oxygraphis 551.
— parnassifolius L. 549. 661.
— pygmaeus Wahlb. 424. 632.
— pyrenaeus L. 431*. 433*. **434.** 635.
— reptans L. 617.

Ranunculus trichophyllus Chaix 618—19.
† confervoïdes Fr. 618.
Ranunculaceen 159. **428—34**. 506. 665. 667. 668.
Ranunkeln 707.
Raoulia bryoides 573.
— eximia 573.
— mammillaris 573.
— Parkii 573.
— rubra 573.
Raphidium nivale Chodat 624*.
Rapunzel, betonikablättrige 297.
gehörnte 604—05.
halbkugelige 329. 399—401. 400*.
Hallersche 402.
kugelköpfige 297.
niedrige **604**.
Piemonteser 401.
Rasenbinse 303. 333. **339*—41**.
Rasenschmiele **312**. 454.
Rauschbeere 68. 88. 101*. 159. **178—82**. 179*.
Rebe 12. 158.
Regenwasseralge 632.
Reitgras, buntes 520.
zartes 520.
Renntierflechte 135. 150. 159. 392. 452. **515**.
Reseda odorata 633. 334.
Rhacomitrium canescens 516. 517.
† ericoides 516.
— lanuginosum (Ehrh.) Bridel 566.
Rhamnaceen 200.
Rhamnus 659.
— alpina L. 37. 203.
— frangula 85*.
— pumila L. 37. 159. 197. **200—03**. 201*. 202*. 203*. 214. 636. 662. 736.
Rhinanteen 454—68.
Rhizocarpon Hookeri (Borr.) Krbr. 516.
— alpicolum (Schau.) A. Zahlbr. 565.
— calcareum (Weiß) Th. Fr. 565.
... Eurhizocarpon 565.
— badioatrum (Flk.) Th. Fr. 564.
— geographicum (L.) DC. 563*—64.
— lavatum (Ach.) Arn. 565.
— Oederi (Wek.) Krbr. 560.
Rhododendron L. 101. **102—25**. 128. 135. 244. 247. 469. 634. 660. 665. 666. 674. 752.
— arboreum 124.
— argentum 124.
— Campelliae 124.
— Dahlhousiae 124.
— Falconieri 124.
— ferrugineum L. 59. 88. 100. **102—25**. 103*. 104*. 107*. 111*. 112*. 159. 735. 772.
× ferrugineo × hirsutum 112*.
† albiflorum 112.
† myrtifolium Schott. **113**. 121. 123.
— flavum 123.
— hirsutum L. 100. **102—25**. 103*. 111*. 112*. 113. 114. 772.
† albiflorum 113.
l. laciniatum Schröter 113*.
† glabratum A. u. Kanitz (Kuhn) 113. 123.
† hispidissimum Schröter 111*. 113.
† lasiopus Brügger **113—14***.
× intermedium Tausch. 102—25. 103*. 159. 473.
— lapponicum 123.
— ponticum 123. 125. 761.
† baeticum 761.
— pumilum 124.
— retusum 124.
Rhodoretum 156. 239. 262.
Rhodothamnus Chamaecistus **125—29**. 121*. 127. 128*.
Ribes 659.
Rindenpilz 170*.
Rinderblume **377**.
Rispengräser **272—81**. 278.
Rispengras, niederliegendes **279*—80**
kleines **545**—46.
vom Mont Cenis 520.
schlaffes **545**. 546*.
violettes **278***—79.
Rispensegge 337.
Rittersporn, hoher **507**.
Röhrenblütler **381—85**.
Roggen 12. 43. 47. 429. 651.
Rohrkolben 614.
Romeye **272—78**. 547.
Rosa alpina L. 37. 88. 214. **242—44** (= pendulina L.).
Rosaceen **435—45**. 572.
Rose 281. 538.
Rosenblütige 500.
Rosenwurz 538—39.
Roßfarn, krauser **535**.
Rostpilze 594. 649. 665. 669.
Rostsegge 192. 210. 283. 292. 293. 318*. **319*—20**. 353.
Rotklee 297.
Rotschwingel, dichtrasiger 303.
— trügerischer 283. **294**. 295*.
Rottanne 35.
Rubus ideus L. 37. **247**.
Ruchgras 266.
Rübe 11.
Ruhrkraut, niedriges **497—99***.
norwegisches **385**.
Ruhrkrautartige 382—85.
Rumex 665. 667.
— acetosa L. 297.
— alpinus L. 394. **508**.

Rumex arifolius 276.
— nivalis Hegetsch. **538***. 772.
— scutatus L. **530**. 538*.
† glaucus Jacq. 530. 660.

Sackflechte **515**.
Safranflechte **515**.
Salices 665. 733.
Salix **206—34**. 635. 659. 674. 676.
— arbuscula Wahlenb. **228**. 229*.
† sericea Bus. 229*.
— caesia L. 228.
† minutiflora And. 228.
... Chamitea Kern. 210.
... Frigidae 226—32.
... Glaciales 206—26.
— glauca L. **230***—32. 660.
† virescens 230.
— glabra Scop. **234**.
— grandiflora Ser. **234**.
... Glabratae **232**—34.
— hastata L. 159. **232**—34. 233*. 772.
† vegeta And. 233*.
† sericea Ser. 234.
— helvetica Vill. 231*. **232**. 660.
† angustifolia Bus. **232**.
† denudata Bus. **232**.
† discolor Gaud. **232**.
† latifolia Bus. **232**.
† velutina Ser. 231*—**32**.
— herbacea L. 207. 211. **222—26**. 493. 494. 496. 612. 636. 644. 648. 653. 671. 757. 759. 772.
† synandra Bus. **224**.
— incana 655.
— Lapponum L. 232.
— myrsinites L. **227—28**. 660. 735*.
† lanata 660.
† serrata Neilr. 227*. 228.
† Jacquiniana Willd. **227—28**.
— myrtilloides 757.
— pentandra L. 234.
— polaris 211. 226. 557. 759*.
— phylicifolia 759. **234**.
— reticulata L. 59. 68. 179. **207—11**. 202*. 209*. 219. 221. 226. 328. 495. 612. 635. 636. 644. 654. 659. 668. 669. 757. 759. 772.
† cuneata Bornmüller 210.
† denticulata Lundstr. 209.
† sericea Gaud. 208*. 209. 660.
† subrotunda Schur. 210.
† vestita Kerner 209.
— retusa L. 68. 159. 207. **211—22**. 212*. 214*. 215*. 216*. 217. 495. 545. 612. 636. 644. 654. 662. 757. 759.
† denticulata Kerner 214*. 216. 218*. 220*.
† Kitaibeliana Willd. 214*. 216. 217.
† serpyllifolia Scop. 68. **220—22**. 217*. 218*. 495. 545. 613. 636. 656.
† trichocarpa Bus. 215.
† vulgaris Wim. 214*. 217. 218. 222.
— Waldsteiniana Willd. 229.
Sambucus racemosa L. 37.
Sandkraut 226.
zweiblütiges **497**. 499*.
quendelblättriges 633.
Sapindus 751.
Saponaria ocymoides L. 88. 739.
Sarothamnus 144.
Sassafras 751.
Sauerampfer 276. 297. 537.
Sauergräser 249. **314—47**. 520.
Sauerklee 572.
Saumnarbe **425—27**.
Kärntner **426***—**27**.
Saussurea DC. 394.
ampferblättrige 394.
— depressa 394.
— gossypiphora Don. 572.
— macrophylla 394.
— lapathifolia 772.
— pygmaea 394.
— tridactyla Hook. 611.
zwergige 394.
Saxifraga 539. **556—58**. **579—80**. 591. 635. 641. 644. 661. 735. 775.
— adscendens L. 632.
— aizoides L. 59. 219. 221. **502—03**. 616. 625. 689. 690*.
× aizoides L. × mutata L. 502. 581.
... Aizoon 585. 613.
— aizoon Jacq. 59. 143. 159. 219. 220. 221. 566. **584—85**. 586. 656.
— altissima Kern. 585.
— androsacea L. 220. 328. 556. **557—558**. 613.
— aphylla Sternb. 556. **557**. 688. 690*.
— aspera L. 517. 558. 629. 772.
† bryoides 255. 502. 557. 570. 580. **611**. 612. 629. 642. 656. 742.
— biflora All. 502*. **543—44**. 611. 625.
... Biflorae 543. 544. 612.
— blepharophylla Kerner 543.
— Burseriana L. 582. 715.
— caesia L. 59. 219. 220. 221. 324. **581**. **582**. 585. 772.
— controversa Sternb. **539**.
— cotyledon L. 286. **585—86***.
— crustata Vest. 585.
— cuneifolia L. 649.
... Dactyloides 556. 579.
— diapensioides Bell. 582.
... Euaizooniae 584.
— exarata Vill. 556. **557**. 612.
— granulata L. 629. 681. 682. 687*. 688.
— hemisphaerica Hook. f. et Thoms. 573.

Saxifraga Hostii Tausch 585.
... Kabschia 581.
— latina Terr. 543. 544.
— macropetala Kern. 542*. **543—44.**
— moschata Wulfen 556. **557.** 579. 611. 612.
f. compacta 575. 579.
— muscoïdes All. 552. 556. **557.** 570. 580. 611. 612.
... Oppositifoliae 543. 544. 635.
— oppositifolia L. 220. 225. 518. **540** bis **541.** 542*. 543. 544. 612. 653. 725. 742. 772.
† amphibia Sündermann 514.
* euoppositifolia 543.
† grandiflora Engler 541.
f. macrantha E. St. 541. 542*.
f. typica 542*.
† meridionalis Terr. 543. 544.
† Murithiana Tiss. 542*. 543. 544. 612.
† Nathorsti v. Hayek 543.
* Rudolphiana 542*. 543.
— pedemontana All. 556. **557.**
† cervicornis Engler 557.
... Porphyrion 540. 542*.
— purpurea All. (= retusa).
... Purpureae 543. 544.
— retusa Gouan **543.**
— sedoides L. 556. **557.**
— seguieri Sprengel 556. **557—58.** 613.
— speciosa Dörfler u. Hayek.
— squarrosa Sieb. **581—82.**
— stellaris 616.
— stenopetala Gaud. 557 (= aphylla Stbg.).
— Tombeanensis Boiss. 582.
... Trachyphyllum 558. 580.
— tridactylites L. 685*. 717.
— valdensis DC. 582.
— Vandelli Sternb. 582. 682*. 683. 688. 690.*
— Wulfeniana Schott. 543.
Scabiosa L. **394—96***.
— graminifolia 735*.
— lucida Vill. 160. **395—96.** 688. 690*. 727*. 733. 735.
Schachtelhalm 268. 616.
Schafgarbe 526—29.
Clavennas **529.**
duftende **526—28.**
großblättrige **505.**
keilblättrige **528—39.**
schwärzliche **526—28.**
spitzzipflige 529.
Schafschwingel 284. 290. **294—96.**
dickblättriger 294.
härtlicher **294.** 296*.
niedriger **294.**
Scheingräser **314—47.** 455.
Schildfarn, steifer 535.
Schilf 70. 614.
Schillergräser **298—99.**
Schirmblütler **448—54.**
Schistidium apocarpum L. 620.
† rivulare 620.
Schlangenknöterich 258. 276. **477*—78.**
Schlangenwegerich 297. **448.**
Schlauchkraut 620.
kleines 620.
Schmetterlingsblütler 256. 316. **360** bis **374.** 665.
Schmuckblume, korianderblättrige 434.
rauhblättrige 434.
Schnabelkiefer 79. 81.
Schnabelsegge **338*—39.** 616.
Schnee, gelbroter 623.
grüner 623.
roter **623.** 624*. 650.
Schneealge 622.
Schneeampfer 538*.
Schneeball 236.
Schnee-Enzian 418*—19.
Schneefingerkraut **436.**
Schneeglöckchen 354. 355.
Schneeheide **136—45.** 137*. 139*. 147. 159. 203. 205. 244.
Schneekugel, rote 624*.
Schneesimse 354.
Schnittlauch 360.
Schotendotter 296.
Schotenklee 296. 374.
Schwalbenschwanzalge 622.
Schwarzerle 95. 177.
Schwarzföhre 42. 177. 244. 267.
Schwarzsegge 276.
Schwärzlein **362—67.**
Schwertlilie 354. 355. 614.
Schwingel 278. **281—98.** 601.
Hallers 289—92. 290*.
niedriger 288*. **289. 547.**
schöner **292—94.** 293*.
violetter 282*. **283—84.** 316.
Scilla 354. 355.
Sclerotinia baccarum Rehm. 176.
— megalospora Wor. 174.
— Rhododendri Fischer 107*. 108.
— Vaccinii Wor. 168*. 169. 176.
Scrophularia nodosa L. 682. 683*. 691*. 693.
Scutellaria alpina 172.
Scrophulariceen **454—69.**
Sedum 635. 662. 665. 667. 674. 716. 735.
— album 662.
— annuum L. 539—40.
— alpestre Vill. 540. 613.
— atratum L. 219. 221. 495. **539.** 632.
— elegans 658.
— maximum 735.

Sedum roseum L. Scop. **538—39.**
Seerose 614.
Seestrandwegerich 448.
Segge 659.
bleiche **331.**
Davalls **337.**
gehäuftährige **331.**
gemeine 331—33. 339 (= Goodenoughs).
Goodenoughs **331—33***. 332.
geschwärzte **330.**
haarfeine 334*. **355.**
hirsenfrüchtige **337—38.**
immergrüne 315—19.
kleinborstige 332* **333—35.**
krummstenglige 336*.
kurzährige 603—04.
meergrüne **337.**
rostfarbige 319—20.
schwarzbraune **337.**
stachelspitzige 602*. **603.**
steife **320—25.**
zweifarbige 335*—36.
zweihäusige **337.**
Seidelbast 195*. 196.
Selaginella selaginoides (L.) Link. 219. 328. **481.**
bedörnelte **481.**
— spinulosa 160.
Seligeria Doniana (Sm.) C. Müller 567.
Sempervivum 591. **594—98.** 635. 644. 659. 662. 665. 667. 674.
— acuminatum 596. 598.
— alpinum Grieseb. u. Schenk **598.**
— arachnoïdeum **596—97***.
— arenarium 598.
— caespitosum 595.
— Doellianum Lehm. 597.
— dolomiticum 598.
— Gaudini Christ 598.
— hirtum 598.
— montanum L. 59. 219. 221. 595.
† pallidum Wettst. 598.
— styriacum 598.
— tectorum L. 598.
— tomentosum Schnittspahn 597.
— Wulfeni Hoppe 598. 688. 690*.
Senecio 667. 733.
— abrotanifolius L. 286. 316. **530.** 724.
— adonidifolius Lois. 530.
— alpinus (L.) Scop. **505.** 665.
— anrantiacus (Hoppe) DC. 316.
— carniolicus Willd. 286. 329. **390.** 613. 667.
— carpathicus Herb. 530.
— cilicicus 290.
— cineraria 390.
— doronicum L. 88. 219. 221. 286. 375. **391.** 666. 667. 689. 690*.
Senecio eriospermus 390.
— Heldreichi 390.
— incanus L. **390.** 391. 612. 657. 660. 666.
— leucophyllus 390.
— nebrodensis 633.
— Pearsoni 390.
— uniflorus All. 390. **391.** 612. 657. 660. 666.
— vulgaris 633. 651. 652.
Senecionideen **390—92.**
Sesleria Scop. 244. 264—71. 309. 316. 320. 324. 478. 591. 660.
— coerulea L. 54. 59. 88. 142. 143. 159. 219. 220. 221. 266*. **264—69.** 271. 284. 292. 293. 303. 304. 312. 316. 321. 328. 329. 342. 384. 454. 455. 495. 547. 603. 635. 659. 771. 772.
† albicans Waldst. u. Kit. **266.**
† calcarea Celak. 265*. 268. 269. 304.
l. remota Schröt. 264.
† Ratzeburgii A. u. G. 265.
† uliginosa Celak. **267—68.** 304. 312. 324. 333. 342.
— disticha (Wulfen) Persoon 255. 262. 269. 270*. **271.** 328. 329. 547. 612.
† flavescens Brügger 271.
— ovata (Hoppe) Kerner 269. 270*. 271. 547.
— pedemontana Reut. 271.
— sphaerocephala (Wulf.) Ard. 269—71. 270*. 547.
† Wulfeniana Jacq. 271.
Seslerie 262. **264—71.** 270*.
kleinköpfige **269.**
kugelförmige **269—71.**
zweizeilige **271.** 329.
Seslerietum 267. 277. 329. 381. 478.
Sevistrauch 156.
Sibbaldia procumbens L. 226. 493. 494. **500—01.** 613.
niederliegende 226. **500—01.** 735.
Sieversia Willd. **445.** 733.
— micropetala Nyman 531.
— montana (L.) Spreng. 219. **445.** 531. 733.
— reptans [L.] Sprengel **530—31.** 612.
Silberdistel 392—93.
Silberwurz 88. **182—94.** 184*. 186*. 188*. 190*.
Silene 632.
— acaulis L. 135. 143. 255. 570. 575. **582—83.** 612. 641. 644. 650. 667. 735. 772.
f. elongata DC. 582.
* norica Vierhapper 328. **584.**
* longiscapa Kerner **584.**
* pannonica Vierhapper **584.**
* cenisia Vierhapper **584.**

* norvegica Persoon **584**.
Silene excapa All. 220. **583*—84**. 612.
— inflata Smith 532.
— pumilio Jacquin 329.
— rupestris L. 286. 632.
— vallesia L. 735.
— venosa Aschs. 88. 258 (= vulgaris Garke).
— vulgaris Garke 532.
Simse **348—52**. 349*. 351*. 503.
arktische **350**. 351*.
dreispaltige **348**. 349*.
dreispelzige 351*. 352.
echte dreispaltige 348.
einblütige 348.
fadenförmige 352.
Jacquins 349*. **350**.
kastanienbraune **350—52**. 351*.
Sirosiphon ocellatus 514.
Skorpionskrebswurz 536.
Skrofelkräuter 454—69.
Soldanella L. 51. 473. 474. 634. 666.
— alpina L. 59. 143. 219. 221. 225. 320. **483*—85**. 495. 501. 735. 772.
— austriaca Vierhapper 485.
× austriaca × alpina 486.
× austriaca × major 486.
× austriaca × montana 486.
× alpina × major 486.
× alpina × montana 486.
... Crateriflores 482.
— major Neilr. 483.
— minima Hoppe 328. **485***.
× minima × alpina 486.
— montana Milkan **483**.
... occidentalis Vierhapper 485.
— pusilla Baumg. 159. 225. 328. 483*. **485***. 493. 494. 501. 772.
— pusilla 493.
f. inclinata 485.
f. pendula 485.
× pusilla × minima 485.
× pusilla × austriaca 485.
× pusilla × alpina 485.
... Tubiflores 483.
Solidago virgo-aurea L. 143. 159. 286. **388**. 646. 771.
† alpestris W. K. 159. 388.
Solorina bispora Nyl. 515. 516.
— crocea (L.) Ach. **515**.
— saccata Ach. **515**. 516.
Sommerroggen 10.
Sonnenröschen 296. **478—79**.
Sorbus ambigua Michalet 245.
— aria L. 37.
× aria × chamaemespilus 246.
— aucuparia 37. 85*. 247*.
— chamaemespilus (L.) Crantz 159. **244—45***.
Sorbus Hostii (Jacq.) Tausch 246.
× Mougeoti Soyer-Will × chamaemespilus L. 246.
Soyeria hyoseridifolia Koch 220. **547**.
Spaerozosma vertebratum 622.
Spaltalgen 559. 621.
Spaltpilze **558—59**.
Sparganium **618**.
— affine Schnitzlein 618.
— minimum Fries 618.
— ramosum Huds. 618.
Speik 472*.
Spelzblütler 635.
Sphacelotheca hydropiperis DBy. 478.
Sphaerella nivalis Sommerf. 623—24*.
† lateritia Wittrock 623.
— pluvialis Wittrock 622.
Sphaeromphila clopimoides Anzi 620.
— fissa Anzi 620.
Sphaerocystis 622.
Sphagna 85*.
Sphagnum 135. 175. 181. 346.
Spitzkiel 371.
Spitzwegerich 448.
Splachnaceen 64.
Stabwurzkreuzkraut **530**.
Staurothele clopima (Wahlbg.) Th. Fr. 565.
Steinalgen 513. 559—60.
Steinbrech 510. 556.
aufsteigender **539**.
blattloser 557.
blaugrüner 581.
dickblättriger **585—86***.
duftender 557.
fetthennenähnlicher 557.
gefurchter 557.
gegenblättriger 540—41. 542*.
gestutztblättriger **543**.
immergrüner **584—85**.
mannsschildähnlicher **557**—58.
moosartiger 557.
Muriths 542*.
piemonteser **557**.
rauher **558**.
Rudolphs 542*.
Seguiers **557—58**.
wimperblättriger 542*. **543**.
zweiblütiger 542*. **543**.
Steinflechten 513. **560—65**.
Steinmoose 513. **565—67**.
Steinrösel 84. 194—200. 244.
Stellaria uliginosa Murray 503.
— nemorum L. **508**. 665.
Steppengras 297. 315.
Stereocaulon alpinum 255. **515**. 516.
— tomentosum Fr. **515**.
Sternalge 622.
Sterndolde **452**.

Sterndolde, große **453**.
kleine **453**.
Sternmiere, sumpfliebende **503**.
Stiefmütterchen, echtes 480.
langsporniges **479—80**.
Stigeoclonium tenue 619.
— longipilum 619.
Stigonema 559.
Strahlblütler 381—85.
Strauchflechte 135. 515. 562.
Sträucher 235—47.
Straußgras 258. 259*. 297. 306. 309. 402.
Streptopus Mich. 354.
— amplexifolius (L.) Mich. **508**.
Strunkflechte **515**.
Stupa pennata 514.
Sumpfcypresse 751.
Sumpfdreizack 333.
Sumpfliliensimse 354. **355—56**.
Sumpfporst 107.
Sumpftofieldia 355.
Sweertia 357. 424. 425. 426. 427.
— Ophelia 427.
Synedra 622.
Synyura uvella Ehrbg. 621.

Tabellaria fenestrata Kützing 622.
Täschelkraut, rundblättriges **521—22**. 665.
Tageslichtnelke 509.
Tanne 141. 645.
Tannenwedel 166.
Taraxacum 375.
— Handelli 269.
— officinale (L.) Weber 2. 221. 297. 726*. 735*. 493. **501**. 735.
* erectum (Weber) Schranck. 501. 612.
† Kaulfussi Schultz 501.
— alpinum = officinale subsp. erectum 501.
— paludosum 501.
— Reichenbachi 269.
— vulgare 501.
Tartschenflechte 515.
Taumantel 297. **438—45**.
alpiner, echter **442**.
behaarter **444**.
fünfblättriger 499*.
fünfspaltiger **499—500**.
gemeiner 445.
Hoppes **442**.
kahlster **444**.
Tausendblatt 70. **619**.
Taxodium distichum 748. 751.
Taxus 124.
Tazette 354.
Teichbinse 333.
Teucrium montanum 88. 143.
— Scorodonia 628.
Thalictrum alpinum L. 333. **432*—33**. 629. 772.
— aquilegifolium L. 94. **507**.
— foetidum L. 433.
— minus L. 433.
— parisiense Jordan 629.
Thamnolia vernicularis Ach. 255. 515.
Thelidium aeneovinosum Anzi 620.
— populare (Fr.) Arn. 565.
— pyrenophorum (Ach.) Th. Fr. 565.
Thelopsis melathelia Nyl. 516.
Thesium 665.
— alpinum L. 143. 219.
Thlaspi rotundifolium (L.) Gaud. 59. **521—22**. 665.
† corymbosum Gay 522. 612.
Thylacospermum rupifragum 572.
Thymian 669.
Thymus 566.
— serpyllum L. 59. 88. 514. 612. 656. 724.
* euserpyllum Briq. 219.
Timmia norwegica Zetterst. 517.
Timothygras 250. 252.
Tintenflechte 564.
Tofieldia 355. 357. 665. 752.
— borealis 342. 347 (= palustris).
— calyculata (L.) Wahlb. **357**.
† glacialis Rchb. 357.
— palustris Huds. 354. **355*—56**.
Toninia conglomerata (Ach.) A. Zahlbr. 560.
Topinambur 39.
Torf 135. 309. 331. 334.
Torfmoos 67. 85. 89. 118. 175. 262. 339. 346. 433.
Tormentilla 150. 303. 436.
Tozzia alpina L. 466*. **467—68**. 632.
Tragantartige **371—72**.
Tragopogon major 297.
Trapa natans 765.
Traubenkirsche 247.
Trentepohlia aurea 559.
— iolithus 559.
Trichophoretum 331.
Trichophorum Pers. **339**. 340*. 342. 470.
— alpinum (L.) Pers. **341*—42**.
— atrichum Palla 341*. **342**. 503. 520.
— caespitosum L. 85*. 268. 324. 331. 333. **339—41***. 342. 347. 352. 429. 520.
† austriacum Palla 339.
† germanicum Palla 339.
Trichostomum 566.
Trichterlilie **358—59**.
Trifolium L. **369—70**. 632.
— alpinum L. 255. 286. 303. 368. **369**. 772.
— badium Schreb. 297. 333. 369. **370**. 632. 649.
— montanum L. **370**.

Trifolium pallescens Schreb. 368.
— pratense L. 297. **370**. 655.
† nivale Sieber **370**.
— repens L. 297. **370**.
— saxatile All. 368.
— Thalii Vill. 59. 221. 368. **369—70**.
Triglochin palustre L. 333. 347. 520. 616.
Trisetum argenteum (Willd.) R. u. S. 519.
— distichophyllum Pal. 88. **518—19***.
— flavescens (L.) Pal. 258. 276. 297. **309—12**. 311*.
* alpestre Parl. 312.
† variegatum Asch. 309.
— spicatum (L.) Richt. 269. 299. **545 bis 547**. 546*. 612. 776.
Trockenscharte **506**.
Trollblume 434.
Trollius L. 357. 650.
— europaeus L. 143. 328. **434**.
Türkenbund 354. **508**.
Tulpe 354. 355.
Tulpenbaum 751.
Typha 614.

Ulothrix radicans 514.
— zonata 619.
Umbelliferen 88. **448—54**. 506. 659. 667. 668. 723.
Umbilicaria 560.
— virginis Schaer. 561.
Uredineen 225. 655. 669.
Uroglena Volvox Ehrb. 621.
Uromyces caricis-sempervirentis Ed. Fischer 315.
Urtica dioïca. L. **508**.
Ustilago urceolorum Tulasne 315*. 329*.

Vaccinieen 82*. 85*. 99. 100. 152. 162. 166*. 178.
Vaccinietum 236. 309.
Vaccinium L. 163. 392. 666. 771.
— myrtillus L. 99. 159. 163. 166*. **176—78**. 635.
— uliginosum L. 85*. 99. 100. 101*. 135. 149. 159. 163. 166*. **172—74**. 328. 613. 736.
† frigidum Schur. 175.
† kruhsianum Fischer 175.
† leucocarpum Zabel. 175.
† microphyllum Lange 173. 174. 175.
† nanum Boiss. 175.
— vitis idaea. L. 59. 85*. 100. 101*. 102. 135. 159. **163—72**. 165. 166*. 613. 642. 717.
† pumilum Hornemann 165*. 167. 171.
Valeriana 665.
— montana L. 160. **525**.
— saxatilis L. 324.
— supina L. **524—25***.
Valeriana tripteris L. 680. 687.
Varicellaria rhodocarpa (Koerber) Th. Fr. 516.
Veilchen 479.
gefiedertes **480**.
gelbes **480**.
langsporniges **522**.
vom Mont Cenis **522**.
Veratrum L. 357. 665.
— album L. 354. **357**. 358*.
† Lobelianum Bernh. **357**.
† typicum **357**.
Verbascum 634.
Verbenaceen 572.
Vergißmeinnicht 473. 573. 580. 678. 701.
Veronica L. **468—69**. 632.
— alpina L. 219. 221. 226. **468**. 493. 494. 501. 612. 669.
— Allionii 468.
— aphylla L. 59. 160. 221. **468**. 469*. 735.
— bellidioides L. 255. 468. 613.
— chamaedrys L. 468. 652.
— fruticans Jacq. 221. 656.
— hederaefolia 652.
— pulvinaris Hook. f. 573.
— saxatilis 59. 642.
— serpyllifolia L. 468.
Verrucaria 565.
— Amphoridium 565.
— calciseda DC. 565.
— chlorotica Hoppe 620.
— coerulea DC. 565.
— dolomitica Mass. 565.
... Euverrucaria 865.
— Hochstetteri E. Fr. 565.
— marmorea (Scop.) Schaer. 565.
— latebrosa Krb. 620.
— margacea (Wbg.) Krb. 620.
Viola 685.
— alpestris DC. 689. 691*.
— alpina L. 480.
— altaica 480.
— biflora L. 159.
— calcarata L. **479—80**. **522**. 635. 650. 772.
— cenisia L. **522**.
— comollia Mass. 512.
† flava Becker 479.
* Zoysii (Wulf) Gremli **479—80**.
— lutea Huds. **480**.
† elegans 480.
† sudetica 480.
— pinnata L. **480**.
— silvatica 655.
— tricolor L. 633.
† alpestris DC. 689. 691*. 693.
— valderia All. 522.
Violettschwingel 286.
Viscaria alpina L. Don. **480**.

Vogelbeeresche 247*.
Vogelfußsegge 331.
Volvocales 622.

Wachholder 91. **92—95.** 93*. 504. 507. 520.
Wachsblume, alpine 508—09.
Waldminze 508.
Waldruhrkraut 385.
Waldhainsimse 354.
Waldsternmiere 508.
Waldstorchschnabel 258. 297. 509. 677. 701.
Walliser Schwingel 296*. 297.
Wasserflechte 560.
Wasserlinse 70. 620.
Wassermoos 620.
Wasserrose 761.
Wasserschwanz, stinkender 619.
Webera cucullata 516.
— Ludwigii **516.** 517.
— nutans 516.
Wegedorn 200. 201*. 202*. 203*.
Weide 159. 194. **206—34.** 495. 635. 776,
Bäumchen **228.** 229*.
behaarte 660.
blaugrüne 230*.
fünfmännige **234.**
großblättrige **234.**
hechtblaue 228.
heidelbeerblättrige **234.**
kälteliebende **226—32.**
kahle **234.**
krautige **222—26.** 223*. 224*.
kriechende 759.
myrthenbl. 227*—28.
netzblättrige 207—11. 208*. 209*.
quendelblättrige **211—22.** 217*. 218*.
schwärzliche 234.
schweizerische **231*—32.**
spießblättrige 232—**34.** 233*.
stumpfblättrige **211—22.** 212*. 215*. 216*. 221*.
Waldsteinische **229.**
Weidenröschen 333. **503.**
Weiderich 684.
Weinrebe 200. 649.
Weinstock 8. 9.
Weißbirke 85.
Weißerle 95.
Weißklee 297. 370.
Weißtanne 169. 508.
Weißwurz 354.
quirlblättrige **508.**
Weizen 39.
Wettertanne 276.
Widerton 491.
Widertonmoos **496—97.**
scheckiges 499*.
Wiesenranunculaceen **432—34.**
Wiesenraute **432*—33.**
alkeiblättrige **507.**
Wiesenrispengras **280*—81.** 296.
Wiesenschaumkraut 522.
Wiesenschwingel **297—98.**
Willemetia stipitata 333. **381.**
Windblütler 380.
Windhalm 249.
gemeiner **258.** 259*.
weißer **258—61.** 260*.
Windhalmarten **254—61.**
Windröschen **428—32.**
Hallers 297.
Winterroggen 634.
Wolfsmilch 99. 178. 668.
Wollgras 342—47.
breitblättriges 333. **343*.**
scheidiges 344*. **345—46.**
Scheuchzers 333. 344*. **346—47.**
vielähriges 333. **343*.**
Wulfenia carinthiaca Jacq. 469.
— orientalis Bois. 469.
— Amherstiana Bentham 469.
Wucherblume 297. **390.**
Wundklee **373—74.**
Wurmflechte 515.
Wurzelpilz 185. 392. 427.

Xanthidium fasciculatum Ehrenb. 662.
Xanthoria 562.

Zackenmütze, graue 517.
Zimmtbaum 751.
Zirbe 32.
Zittergras, mittl. 312.
Zitterpappel 247*.
Zungenblütler **375—81.**
Zwenke, gefiederte **312.** 520.
Zwergbirke 193. 759.
Zwerg-Edelraute **609.**
Zwerg-Enzian 425*.
Zwerg-Faulbaum 159.
Zwerg-Miere **578—79*.**
Zwergmispel-Eberesche **244—45*.**
Zwergorchis **361—62*.**
Zwerg-Pippau **547.**
Zwergrösel **125—29.** 126*. 128*. 142.
Zwergschafgarbe **529.**
Zwergwachholder 84. 88. **92—95.** 504. 686.
Zwergweide 228.
Zwiebelgewächse 356.
Zwiebelgras 296.
Zygnema adnatum Overton 619.
— stellinum 620.

Druckfehlerverzeichnis.

S. 59. Z. 10 v. u. statt § 15 lies: § 16.
S. 70. Z. 18 v. u. statt § 6 lies: § 7.
S. 70. Z. 27 v. u. statt Tausendblatt lies: Hornblatt.
S. 88. Z. 18 v. u. statt *hipidus* lies: *hispidus*.
S. 88. Z. 19 v. o. statt *Drgas* lies: *Dryas*.
S. 185. Z. 6, 17 u. 23 v. u. statt Hesselmann lies: Hesselman, ebenso S. 189 und 191.
S. 192. Anmerkung 1 lies: Brockmann-Jerosch, H., Die Flora des Puschlav und ihre Pflanzengesellschaften. Leipzig, bei Engelmann 1907.
S. 195. Z. 12, 15 u. 17. v. u. statt Seidelbart lies: Seidelbast.
S. 195. Z. 13 v. u. statt *petrala* lies: *petraca*.
S. 219. Z. 9 v. o. statt *segalinella* lies: *selaginella*.
S. 386. Z. 1 v. o. statt §§ 3 lies: §§§ 2.
S. 390. Z. 8 v. o. statt §§ 4 lies: §§§ 3.
S. 392. Z. 22 v. u. setze vor Gruppe: §§§ 4.
S. 401. Z. 20 v. o. statt Narbenästen lies: Narbenäste.
S. 401. Z. 11 v. u. statt Rapunsel lies: Rapunzel.
S. 415. Z. 11 v. o. statt Figur 9 lies: Fig. 1.
S. 447. Z. 9 v. u. statt Nadelgras lies: Adelgras.
S. 461. Z. 20 v. u. statt *breripila* lies: *brevipila*.
S. 557. Z. 15 v. o. statt Fig. 13 lies: Fig. 11.
S. 566. Z. 21 v. o. statt *cordifolie* lies: *cordifolia*.
S. 590. Z. 10 v. o. fehlt: Taschenflora Tafel 9, Fig. 5.
S. 604. Z. 7 v. u. statt *Th. humile* lies: *Ph. humile*.
S. 605. Z. 6 v. o. statt *Th. Sieberi* lies: *Ph. Sieberi*.
S. 607. Z. 5 v. o. statt *Buplensum* lies: *Bupleurum*.
S. 611. Z. 11 v. o. statt Fünf lies: Vier.
S. 633. Z. 14 v. o. statt Algentrost lies: Augentrost.
S. 659. Z. 11 v. u. statt *procumbems* lies: *procumbens*.
S. 683. Z. 5 v. o. statt *Droba* lies: *Draba*.
S. 685. Z. 13 v. u. statt *tridactylides* lies: *tridactylites*.
S. 688. Z. 14 v. o. statt *vericillata* lies: *verticillata*.
S. 715. Z. 11 v. o. statt *Alysum* lies: *Alyssum*.
S. 740. Z. 11 v. u. statt Samen lies: Samens.

Verlag von ALBERT RAUSTEIN in ZÜRICH.

In 10. u. 11. Auflage erschien soeben in gleichem Verlage:

Taschenflora des Alpenwanderers.

207 kolorierte und 10 schwarze Abbildungen
von verbreiteten Alpenpflanzen nach der Natur gezeichnet und gemalt
von **Ludwig Schroeter.**

Mit kurzen botanischen Notizen in deutscher, französischer und englischer Sprache
von Professor **Dr. C. Schroeter.**

Preis in Leinen elegant gebunden **M. 6.— = Fr. 7.50.**

Aus den Stimmen der Presse:

Allgemeine Zeitung: „— — Das Büchlein, ebenso reizend für die Erinnerung wie brauchbar für die Selbstbelehrung unterwegs, ist ursprünglich auf die Schweiz berechnet und hat sich dort, wie die Zahl der Auflagen zeigt, bereits durchaus bewährt; es gilt aber nicht minder für die östlichen Alpen, wie der Text, der überall das Verbreitungsgebiet nennt, auf jeder Seite dartut. Auch der Sommerwanderer und Herbststeiger in Bayern, Tirol und weiterhin werden auf diesen Tafeln holde Bekannte begrüßen."

Alpen-Zeitung, Österreichische: „— — Jeder Laie wird aber imstande sein, mit Hilfe des ungemein praktischen Werkchens die wichtigsten Alpenpflanzen benennen zu können, was manchen dann vielleicht bewegen wird, tiefer in das schöne Studium der Botanik einzudringen."

Bund: „Rechtzeitig zu den schönen Tagen, in denen die Blumenwelt der Alpen in voller Pracht ersteht, ist die neue Auflage von L. und Dr. C. Schroeters: „Alpenflora" erschienen Das an gelungenen Abbildungen so reiche Buch ist der beste Begleiter des pflanzenfreundlichen Alpenwanderers. Das Büchelchen, elegant gebunden, schmiegt sich leicht in jeden Tornister. Es kostet $7^1/_2$ Fr."

Frankfurter Zeitung: „Alle Bergwanderer erfreuen sich der auffallend schönen Pflanzen, die wohl den meisten unbekannt sind. Ihnen ist dringend zu raten, sich mit der „Taschenflora des Alpenwanderers" von Ludwig Schroeter und Dr. C. Schroeter vertraut zu machen. Das Büchelchen, das sich bequem in der Tasche unterbringen läßt, enthält auf 24 Tafeln 207 genau und zart gezeichnete und kolorierte Abbildungen von Pflanzen, die auf den Alpen wachsen. Findet der Wanderer eine Alpenblume, so wird es ihm leicht sein, ihren Namen durch Vergleichung mit dem Bilde festzustellen. In einer kurzen Beschreibung sind die Hauptmerkmale der Familien und jeder abgebildeten Art angegeben."

Gartenlaube: „Kennt Ihr die Alpenblumen? Wer in die Alpen hinauswandert, dem begegnen auf Schritt und Tritt neue Pflanzen, deren Schönheit und Eigenart er bewundert, die er aber nur selten dem Namen nach kennt. Da erwacht in ihm oft der Wunsch, über diese Kinder der alpinen Flora näheres zu erfahren; es steht ihm aber niemand zur Seite, der ihn belehren könnte. Nun gibt es seit Jahren einen trefflichen Führer durch die Blumenwelt des Hochgebirges, auf den wir die Wanderlustigen unter unseren Lesern aufmerksam machen möchten, die »Taschenflora des Alpenwanderers«, die auf 24 Tafeln treffliche farbige Abbildungen von 207 Alpenpflanzen enthält. — — —"

Grenzboten: „— — Manches dieser sonnigen Kinder der Flora wird dem süddeutschen Pflanzensammler von seinen Hochebenen, Bergen und Wäldern her bekannt sein, manches aber auch ihm eine neue, fremdartige Erscheinung sein und ihn reizen, in die Alpen zu reisen, um die farbenprächtigen Blüten an ihrem heimischen Standort aufzusuchen. Und so wird Schroeter immer mehr neben Bädeker im Rucksack des Touristen seinen Platz erhalten und auch dem, der bisher die Berge vielleicht nur der Aussicht halber bestiegen hat, eine Quelle neuen Genusses erschließen."

Leipziger Zeitung: „— — Somit liegt kein Grund vor, das besonders günstige Urteil über dieses mit einem hohen Grade von Takt und Geschmack hergestellte Büchlein, bei dem der Text trotz seiner Kürze kaum hinter den Bildern zurücksteht, zu modifizieren. Jetzt, wo die Reisezeit begonnen hat, kann man jedem, der nach den Alpen pilgert, das allerliebste Bändchen als Führer während der Reise und als Andenken nachher aus vollster Überzeugung empfehlen."

Mitteilungen des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins: „Jedes Jahr eine neue Auflage, das spricht wohl am besten für den Wert dieses schön gebundenen, 207 Abbildungen verbreiteter Alpenpflanzen mit kurzem Text enthaltenden Büchleins. Dasselbe verdient, wie die früheren Auflagen, die beste Empfehlung."

Natur: „Farbenprächtig ohne Übertreibung der Natur bieten die Verfasser in dieser Taschenflora in künstlerischer Wiedergabe die herrlichen Kleinode der Alpenflora dem Publikum dar. Schon der Titel besagt, daß das Werkchen sich der besten wohlverdienten Aufnahme zu erfreuen gehabt hat. In Ansehung der vorzüglichen Ausstattung ist der Preis ein sehr niedriger zu nennen. Aber nicht nur den Reisenden, welchen es vergönnt ist, die Schönheiten der Alpenwelt selbst zu überschauen, sei diese Flora auf das Wärmste empfohlen, sie wird auch jedem, der für Naturschönheiten Sinn hat, Vergnügen bereiten."

Post: „Jedem Blumen- und Pflanzenfreund, der sich zu einer Reise in die Alpen rüstet und während dieser Reise nicht bloß sein Erholungsbedürfnis befriedigen, sondern auch seiner Liebhaberei nachgehen will, empfehlen wir als Reisebegleiter die »Taschenflora des Alpenwanderers«. — Auch wer keine tiefere botanische Kenntnis besitzt, kann die verbreitetsten Alpenpflanzen auf seinen Wanderungen durch Vergleichung mit den Tafeln leicht kennen lernen."

„Die Taschenflora des Alpenwanderers" ist als farbiger Atlas zu dem „Pflanzenleben der Alpen" zu betrachten; beide ergänzen einander in zweckmäßiger Weise.

Bot.
98500
Author Schroeter, C
Title Das Pflanzenleben der Alpen

UNIVERSITY OF TORONTO
LIBRARY

Do not
remove
the card
from this
Pocket.

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File."
Made by LIBRARY BUREAU